

国家示范性高职院校建设项目成果
高等职业教育教学改革系列规划教材
教育部高等职业院校示范专业（计算机辅助设计与制造）规划教材

冲压模具设计

匡和碧 孙卫和 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是教育部高等职业院校示范性专业“项目式”教学模式的教改成果教材，是按照“项目导向”和“任务驱动”的理念编写的。全书内容包括冲裁模设计、弯曲模设计、拉深模设计的基础知识及设计规范，按照职业成长规律分为基础篇、应用篇、提高篇三个模块。每一模块又分几个项目，以项目引导学生自主地学习。每个项目都有完整的设计工作过程，内容由浅入深，循序渐进，强调知识技能的培养，注重知识与技能的结合，着重提高学生的学习能力及分析和解决问题的能力，充分体现了“做中学，学中做”的职业教学特色。

本书可作为高等职业院校模具设计与制造专业及机械、机电等相关专业教材，也可供相关工程技术人员及自学者参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

冲压模具设计 / 匡和碧，孙卫和主编. —北京：电子工业出版社，2011.1

高等职业教育教学改革系列规划教材

ISBN 978-7-121-12285-9

I. ①冲… II. ①匡… ②孙… III. ①冲模—设计—高等学校：技术学校—教材 IV. ①TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 222451 号

策划编辑：田领红 特约编辑：徐 岩

责任编辑：田领红

印 刷：

装 订：

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：787×1 092 1/16 印张：16.25 字数：413 千字

印 次：2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数：4 000 册 定价：29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前 言

为改变“冲压模具设计”课程的教材现状，提高教学质量，探索以就业为导向、以职业能力为本位的行动导向教学模式指导下的项目式教学法，结合学校国家示范校、示范专业建设的需要，深圳职业技术学院制造系 CAD/CAM 专业教师通过反复实践、总结、提炼，开发出了体现项目式教学特色的《冲压模具设计》教材。

本教材根据冲压模具设计初、中级岗位对职业能力的要求选取内容，按照任务驱动模式编写，全书内容包括冲裁模设计、弯曲模设计拉深模设计的基础知识及设计规范，按照职业成长规律分为基础篇、应用篇、提高篇三个模块。每个模块又分若干个项目，每个项目都有完整的设计工作过程，内容由浅入深，循序渐进。项目的结构形式为：项目名称—学习目标—技能（知识）点—引导案例—任务分析—相关知识—任务实施（步骤、方法、内容）—总结与回顾—拓展知识—复习思考题—技能训练。

本书可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校的计算机辅助设计与制造、模具设计与制造及机械、机电类专业的教材，也可供从事冲压模具设计的工程技术人员工作时参考。建议教学时数为 50~60 学时。

全书由深圳职业技术学院匡和碧、孙卫和老师主编。在编写过程中，得到了台湾统赢公司技术总监魏国祯先生和深圳大族激光科技有限公司刘群工程师的指导，在此深表感谢。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正，来信请寄深圳职业技术学院制造系匡和碧收，或发邮件至 khei@szpt.edu.cn 信箱。

编 者
2010.8

目 录

模块一 基础篇 单工序模具设计	(1)
项目一 落料模设计	(1)
项目名称：方形接触片单工序落料模设计	(1)
1.1 引导案例	(2)
1.1.1 日常生活中常见的落料产品	(2)
1.1.2 冲裁变形过程	(2)
1.1.3 冲裁变形特点	(3)
1.2 任务分析	(4)
1.3 相关知识	(4)
1.3.1 冲裁件外形结构工艺设计规范	(4)
1.3.2 方形、圆形制件的排样设计规范	(6)
1.3.3 刚性卸料、下出件方式冲压力计算规范	(9)
1.3.4 曲柄压力机的结构及主要技术参数的确定	(10)
1.3.5 冲裁模合理冲裁间隙选用规范	(11)
1.3.6 圆形、方形制件落料模的凸、凹刃口尺寸计算规范	(13)
1.3.7 单工序落料模的总体结构设计规范	(14)
1.3.8 异形凸模结构设计规范	(15)
1.3.9 异形凹模设计规范	(17)
1.3.10 导料板、固定挡料销、承料板设计规范	(19)
1.3.11 刚性卸料装置（固定卸料板）设计规范	(21)
1.3.12 小型冲模模架及导柱、导套选用规范	(22)
1.3.13 压入式模柄设计规范	(25)
1.3.14 固定板	(26)
1.3.15 垫板	(26)
1.3.16 内六角螺钉和圆柱销钉设计选用规范	(27)
1.3.17 模具零件图绘制规范	(28)
1.3.18 模具装配图绘制规范	(28)
1.4 任务实施（步骤、方法、内容）	(30)
1.4.1 方形接触片单工序落料模设计工作引导文（表 1-22）	(30)
1.4.2 方形接触片单工序落料模设计实例	(31)
1.5 总结与回顾	(44)
1.6 拓展知识	(44)
1.6.1 复杂外形零件的排样方法	(44)
1.6.2 复杂外形零件模具压力中心的确定	(44)
1.6.3 模架类型	(46)

1.7	复习思考题	(47)
1.8	技能训练	(48)
项目二	冲孔模设计	(49)
	项目名称: 连接片单工序冲孔模设计	(49)
2.1	引导案例	(49)
2.2	任务分析	(50)
2.3	相关知识	(51)
2.3.1	冲裁件内形(孔)结构工艺设计规范	(51)
2.3.2	弹性卸料、下出件方式冲压力计算规范	(52)
2.3.3	圆形、方形冲孔模的凸、凹刃口尺寸计算规范	(53)
2.3.4	单工序冲孔模的总体结构设计规范	(53)
2.3.5	圆形凸模设计规范	(54)
2.3.6	圆形凹模设计规范	(56)
2.3.7	工序件定位零件设计规范	(57)
2.3.8	采用弹簧的弹压卸料装置设计规范	(57)
2.4	任务实施(步骤、方法、内容)	(61)
2.4.1	连接片单工序冲孔模设计工作引导文	(61)
2.4.2	连接片单工序冲孔模设计实例	(63)
2.5	总结与回顾	(75)
2.6	拓展知识	(75)
2.6.1	多凸模模具的压力中心	(75)
2.6.2	阶梯结构凸模	(76)
2.6.3	子母冲	(76)
2.6.4	斜刃冲模	(77)
2.7	复习思考题	(77)
2.8	技能训练	(78)
项目三	V形弯曲模设计	(79)
	项目名称: V形支架弯曲模设计	(79)
3.1	引导案例	(79)
3.1.1	V形弯曲产品及V形弯曲工艺	(79)
3.1.2	弯曲变形过程	(80)
3.1.3	弯曲变形特点及变形参数	(81)
3.2	任务分析	(82)
3.3	相关知识	(82)
3.3.1	V形弯曲件的结构工艺设计规范	(82)
3.3.2	V形弯曲回弹值计算规范	(84)
3.3.3	弯曲件的展开长度计算	(85)
3.3.4	V形弯曲力计算	(85)
3.3.5	V形弯曲模的结构设计	(86)

3.3.6	V形弯曲模凸、凹模工作部分尺寸计算	(87)
3.3.7	V形弯曲模的模柄设计	(88)
3.3.8	非标下模座设计	(89)
3.3.9	弹性顶件装置设计	(89)
3.4	任务实施(步骤、方法、内容)	(90)
3.4.1	V形支架弯曲模设计工作引导文	(90)
3.4.2	V形支架弯曲模设计实例	(91)
3.5	总结与回顾	(99)
3.6	拓展知识	(99)
3.6.1	其他弯曲方法	(99)
3.6.2	Z形件弯曲模	(100)
3.6.3	防止弯裂的措施	(101)
3.7	复习思考题	(102)
3.8	技能训练	(102)
项目四	U形弯曲模设计	(103)
	项目名称: U形支架弯曲模设计	(103)
4.1	引导案例	(103)
4.2	任务分析	(104)
4.3	相关知识	(104)
4.3.1	U形弯曲件的结构工艺设计规范	(104)
4.3.2	U形弯曲力计算	(105)
4.3.3	U形弯曲回弹分析计算	(106)
4.3.4	U形弯曲模工作部分尺寸计算	(107)
4.3.5	U形件弯曲模结构设计	(109)
4.3.6	U形弯曲模弹性顶件装置设计规范	(110)
4.4	任务实施(步骤、方法、内容)	(112)
4.4.1	U形支架弯曲模设计工作引导文	(112)
4.4.2	U形支架弯曲模设计实例	(113)
4.5	总结与回顾	(125)
4.6	拓展知识	(125)
4.6.1	小型圆形件弯曲模设计	(125)
4.6.2	减少回弹的措施	(126)
4.7	复习思考题	(127)
4.8	技能训练	(127)
项目五	拉深模设计	(129)
	项目名称: 无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计	(129)
5.1	引导案例	(129)
5.1.1	无凸缘圆筒形拉深产品	(129)
5.1.2	拉深变形过程及特点	(130)

5.2	任务分析	(131)
5.3	相关知识	(131)
5.3.1	拉深件的结构工艺设计规范	(131)
5.3.2	无凸缘圆筒形件拉深工艺设计计算规范	(133)
5.3.3	圆筒形件的拉深力与压料力	(136)
5.3.4	拉深模工作部分设计	(138)
5.3.5	拉深模具的结构设计	(141)
5.4	任务实施(步骤、方法、内容)	(142)
5.4.1	无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计工作引导文	(142)
5.4.2	无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计实例	(143)
5.5	总结与回顾	(152)
5.6	拓展知识	(152)
5.6.1	拉深的主要质量问题及防止措施	(152)
5.6.2	有压边装置的倒装拉深模结构	(153)
5.7	复习思考题	(154)
5.8	技能训练	(155)
模块二	应用篇 复合模设计	(156)
项目六	复合模设计	(156)
	项目名称: 链板冲孔落料复合模设计	(156)
6.1	引导案例	(156)
6.2	任务分析	(157)
6.3	相关知识	(157)
6.3.1	倒装式冲孔落料复合模的结构设计规范	(157)
6.3.2	凸凹模设计规范	(159)
6.3.3	刚性推件装置设计规范	(159)
6.3.4	弹性挡料装置设计规范	(161)
6.4	任务实施(步骤、方法、内容)	(161)
6.4.1	链板冲孔落料复合模设计工作引导文	(161)
6.4.2	链板冲孔落料复合模设计实例	(162)
6.5	总结与回顾	(176)
6.6	拓展知识	(176)
6.6.1	冲件中心有孔的倒装式冲孔落料复合模结构	(176)
6.6.2	顶板设计规范	(177)
6.6.3	连接推杆设计规范	(177)
6.6.4	凸、凹模刃口配做法	(177)
6.7	复习思考题	(179)
6.8	技能训练	(179)
模块三	提高篇 级进模设计	(180)
项目七	级进模设计	(180)
	项目名称: 连接板冲孔落料级进模设计	(180)

7.1	引导案例	(180)
7.2	任务分析	(181)
7.2.1	任务要求及完成任务的思路	(181)
7.3	相关知识	(182)
7.3.1	挡料销、导正销定距的级进模结构设计规范	(182)
7.3.2	始用挡料装置设计规范	(183)
7.3.3	导正销设计规范	(184)
7.3.4	导正销与挡料销的位置关系	(185)
7.4	任务实施(步骤、方法、内容)	(186)
7.4.1	连接板冲孔落料级进模设计工作引导文	(186)
7.4.2	连接板冲孔落料级进模设计实例	(187)
7.5	总结与回顾	(200)
7.6	拓展知识	(200)
7.7	复习思考题	(202)
7.8	技能训练	(202)
附录	(203)
参考文献	(249)

模块一 基础篇 单工序模具设计

项目一 落料模设计

项目名称：方形接触片单工序落料模设计



学习目标

1. 能够对落料制件进行冲裁工艺分析；
2. 能够进行排样设计；
3. 能够对落料工艺进行冲压力计算；
4. 能够选择合适的冲压设备；
5. 能够用分别加工法计算落料模凸、凹模刃口尺寸；
6. 能够设计单工序落料模的总体结构；
7. 能够设计异形凸、凹模零件；
8. 能够设计导料板、承料板、挡料销；
9. 能够设计刚性卸料板；
10. 能够选用标准模架；
11. 能够选用标准模柄、凸模垫板、凸模固定板、螺钉、销钉；
12. 能够编写设计计算说明书。



技能（知识）点

1. 冲裁件的外形结构工艺性设计；
2. 排样设计；
3. 几何形状对称的落料件冲压力及压力中心的计算；
4. 压力机规格参数的确定方法；
5. 分别加工法计算落料模凸、凹模刃口尺寸；
6. 单工序落料模的总体结构设计；
7. 落料模工作零件设计；
8. 条料定位零件设计；



9. 刚性卸料零件设计;
10. 标准模架的选用;
11. 连接零件的选用。



1.1 引导案例

1.1.1 日常生活中常见的落料产品

图 1-1 是日常生活中常见的产品，(a) 是不锈钢指示牌，(b) 是不锈钢标牌，(c) 是铝合金标牌，(d) 是一些非金属指示牌，这些产品都可通过落料（冲裁）工艺生产出来。

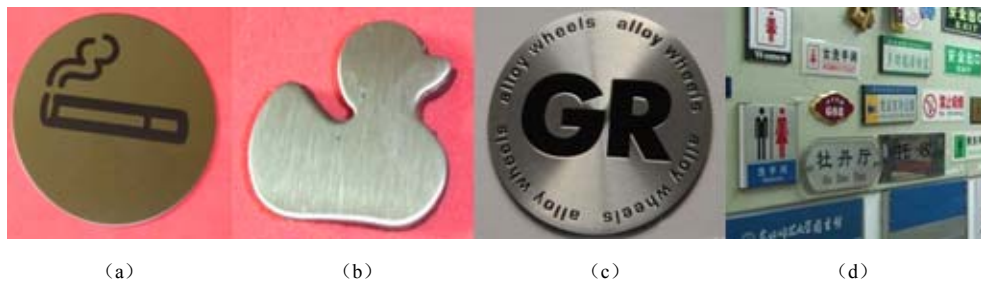


图 1-1 落料产品

1.1.2 冲裁变形过程

如图 1-2 所示，当压力机滑块带动凸模向下运动时，板料就受到凸、凹模的剪切作用而沿一定的轮廓互相分离。

当以封闭曲线以内的部分作为冲裁件时，称为落料；当以封闭曲线以外的部分作为冲裁件时，则称为冲孔。

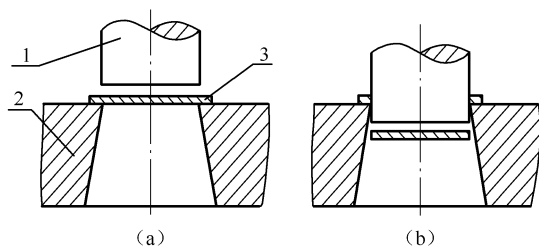


图 1-2 普通冲裁示意图

1—凸模；2—凹模；3—板料

板料的分离是瞬间完成的，冲裁变形过程可细分成 3 个阶段，如图 1-3 所示。

1. 弹性变形阶段

如图 1-3 (a) 所示，当凸模开始接触板料并下压时，板料发生弹性压缩和弯曲。板料略有挤入凹模洞口的现象。此时，以凹模刃口轮廓为界，轮廓内的板料向下弯拱，轮廓外的板



料则上翘。随着凸模继续下压，板料内的应力不断增大，达到弹性极限时，弹性变形阶段结束，进入塑性变形阶段。

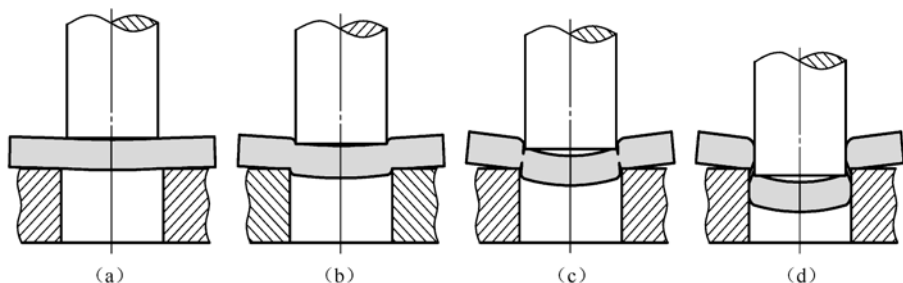


图 1-3 冲裁时板料的变形过程

2. 塑性变形阶段

如图 1-3 (b) 所示，当板料的应力达到屈服点，板料进入塑性变形阶段。凸模切入板料，板料被挤入凹模洞口。随着凸模的继续下压，应力不断加大，直到应力达到板料抗剪强度，塑性变形阶段结束。

3. 断裂分离阶段

如图 1-3 (c)、图 1-3 (d) 所示，当板料的应力达到材料抗剪强度后，凸模继续下压，凸、凹模刃口附近产生微裂纹不断向板料内部扩展。当上下裂纹重合时，板料便实现了分离。凸模继续下行，已分离的材料克服摩擦阻力，从凹模中推出，完成整个冲裁过程。

1.1.3 冲裁变形特点

在凸、凹模之间的间隙合理、模具刃口状况良好时，普通冲裁所得工件的断面特征如图 1-4 所示，冲裁件断面明显地分为 4 个特征区，即圆角带 a 、光亮带 b 、断裂带 c 和毛刺区 d 。

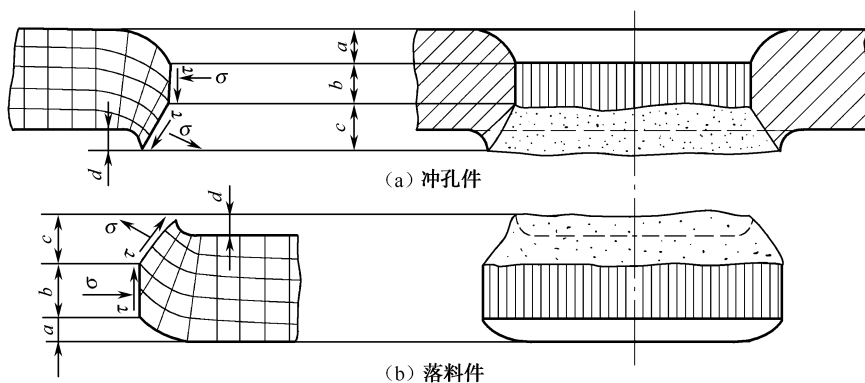


图 1-4 冲裁断面特征

圆角带 a ：该区域的形成是当凸模刃口压入材料时，刃口附近的材料产生弯曲和伸长变形，材料被拉入间隙的结果。



光亮带 *b*：该区域是在塑性变形阶段形成的。当刃口切入材料时，材料与凸、凹模切刃的侧表面挤压而形成的光亮垂直的断面。

断裂带 *c*：该区域是在断裂变形阶段形成的。是由刃口附近的微裂纹在拉应力作用下不断扩展而形成的撕裂面，其断面粗糙，略带有斜度。

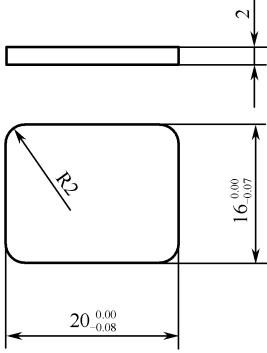
毛刺区 *d*：毛刺的形成是由于在塑性变形阶段后期，凸模和凹模的刃口切入被加工板料一定深度时，模具刃口侧面的材料在拉应力作用下，裂纹加长，材料断裂而产生毛刺。



1.2 任务分析

如表 1-1 所示，本项目是设计一套单工序落料模，要求编写计算说明书 1 份（Word 文档格式），绘制模具装配图 1 张、零件图 7~10 张（采用 AutoCAD 绘制）。

表 1-1 方形接触片单工序落料模设计工作任务书

班级： 姓名： 学号：	
名 称	图样及技术要求
工作对象（如零件）	<div></div> <div>1. 零件名称：方形接触片 2. 材料：H62（硬），厚度 2mm 3. 生产批量：40000 件/年 4. 零件简图见图 CY-01 5. 未注公差：IT13</div> <div>材料：H62 料厚：2mm 图 CY-01</div>
生产工作要求	手工送料，40000 件/年，毛刺不大于 0.12mm
任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式），绘制模具装配图 1 张、零件图 7~8 张（采用 AutoCAD 绘制）
完成任务的思路	为了能使本项目顺利完成，应按照表 1-22 “方形接触片单工序落料模设计工作引导文”的提示，进行模具设计工作，在设计过程中掌握相关的知识技能



1.3 相关知识

1.3.1 冲裁件外形结构工艺设计规范

1. 冲裁件的外形结构和尺寸

- （1）冲裁件形状尽可能设计成简单、对称、使排样时废料最少。
- （2）冲裁件的外形应避免尖角连接。除属于无废料冲裁或采用镶拼模结构外，宜有适当



的圆角，其半径最小值参见表 1-2。

(3) 冲裁件凸出臂和凹槽的宽度不宜过小，其合理数值参见表 1-3。

表 1-2 冲裁件的外形圆角半径

连接角度	$\alpha\geq90^\circ$	$\alpha<90^\circ$	$\alpha\geq90^\circ$	$\alpha<90^\circ$
简图				
低碳钢	$0.30t$	$0.50t$	$0.35t$	$0.60t$
黄铜、铝	$0.24t$	$0.35t$	$0.20t$	$0.45t$
高碳钢、合金钢	$0.45t$	$0.70t$	$0.50t$	$0.90t$

注： t 为材料厚度，当 $t<1\text{mm}$ 时，均以 $t=1\text{mm}$ 计算。

表 1-3 冲裁件凸出臂和凹槽的宽度

材料	宽度 B
硬钢	$(1.5\sim2.0)t$
黄铜、软钢	$(1.0\sim2.0)t$
紫铜、铝	$(0.8\sim0.9)t$

注： t 为材料厚度，当 $t<1\text{mm}$ 时，均以 $t=1\text{mm}$ 计算。

2. 冲裁件的外形尺寸精度

冲裁件的外形经济精度不高于 GB 1800—86IT11 级，一般要求落料件精度最好低于 IT10 级，普通冲裁件的公差值参见表 1-4。

表 1-4 普通冲裁件的公差值 (mm)

冲模形式	材料厚度 零件尺寸	0.2~0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0~6.0
普通冲裁模	<10	0.08	0.12	0.18	0.24	0.30
	10~50	0.10	0.16	0.22	0.28	0.35
	50~150	0.14	0.22	0.30	0.40	0.50
	150~300	0.20	0.30	0.50	0.70	1.00

注：普通冲裁系指模具工作部分，导向部分零件按 IT7~IT8 级精度制造。



1.3.2 方形、圆形制件的排样设计规范

条料是冲裁中最常用的坯料，冲裁件在条料上的布置方法称为排样。

排样设计的主要内容包括确定排样方法、确定搭边值、确定条料宽度、步距及材料利用率、绘制排样图。

1. 确定排样方法

对于几何形状简单的制件（如圆形、矩形等），一般采用有废料直排法，如图 1-5 所示。

2. 确定搭边值

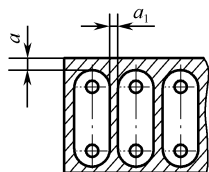


图 1-5 有废料直排法

排样时冲裁件与冲裁件之间及冲裁件与条料侧边之间留下的工艺余料称为搭边，如图 1-5 中的 a_1 、 a 。

搭边过大，浪费材料；搭边过小，起不到搭边作用。过小的搭边还可能被拉入凸、凹模之间的缝隙中，使模具刃口破坏。

搭边的合理数值通常是由实验确定的，表 1-5 列出了板料冲裁时的合理搭边值。

表 1-5 板料冲裁时的合理搭边值

(mm)

材料厚度 t	圆形或圆角 $r > 2t$ 的工件		矩形件边长 $L < 50\text{mm}$		矩形件边长 $L \geq 50\text{mm}$ 或圆角 $r < 2t$ 的工件	
	a_1	a	a_1	a	a_1	a
< 0.25	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0
$\geq 0.25 \sim 0.5$	1.2	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5
$\geq 0.5 \sim 0.8$	1.0	1.2	1.5	1.8	1.8	2.0
$\geq 0.8 \sim 1.2$	0.8	1.0	1.2	1.5	1.5	1.8
$\geq 1.2 \sim 1.6$	1.0	1.2	1.5	1.8	1.8	2.0
$\geq 1.6 \sim 2.0$	1.2	1.5	1.8	2.2	2.0	2.2
$\geq 2.0 \sim 2.5$	1.5	1.8	2.0	2.5	2.2	2.5
$\geq 2.5 \sim 3.0$	1.8	2.2	2.2	2.8	2.5	2.8

3. 确定送料步距、条料宽度、材料利用率

选定排样形式与确定搭边值之后，就要确定送料步距和条料宽度，这样才能绘制排样图。

(1) 送料步距 S

条料在模具上每次送进的距离称为送料步距（简称步距或进距）。每个步距可以冲出一个制件，也可以冲出几个制件。



每次只冲一个制件的步距 S 的计算公式为

$$S = L + a_1$$

(1-1)

式中 a_1 ——冲裁件之间的搭边值;
 L ——冲裁件沿送进方向的最大尺寸。

(2) 条料宽度 B

条料是由板料（或带料）剪裁下料而得，为保证送料顺利，规定条料宽度 B 的上偏差为零，下偏差为负值（ $-\Delta$ ，见表 1-6）。

为了准确送进，模具上一般设有导向装置。当使用导料板导向而又无侧压装置时，在宽度方向也会产生送料误差，条料宽度应保证在这两种误差的影响下，冲裁件与条料侧面之间的搭边值为 a 。

如图 1-6 所示，条料宽度、导料板间距离可按式(1-2)和式 (1-3) 计算。

条料宽度为： $B_{-\Delta}^0 = (D_{\max} + 2a + C)_{-\Delta}^0$

(1-2)

导料板间距离为： $A = B + C = D_{\max} + 2a + 2C$

(1-3)

式中 B ——条料宽度（mm）;
 D_{\max} ——条料宽度方向冲裁件的最大尺寸;
 a ——侧搭边的最小值，见表 1-5;
 Δ ——条料宽度的单向偏差，见表 1-6;
 C ——条料与导料板之间的单面间隙，见表 1-7。

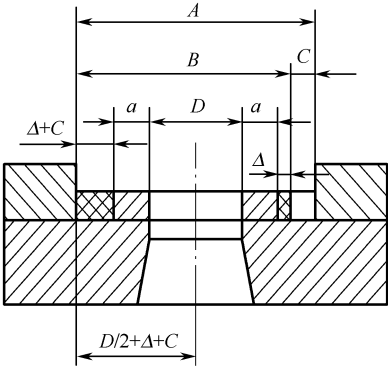


图 1-6 无侧压装置时条料宽度的确定

表 1-6 条料宽度偏差 Δ (mm)

条料宽度 B (mm)	材料厚度 t (mm)			
	~1	1~2	2~3	3~5
~50	-0.4	-0.5	-0.7	-0.9
50~100	-0.5	-0.6	-0.8	-1.0
100~150	-0.6	-0.7	-0.9	-1.1
150~220	-0.7	-0.8	-1.0	-1.2
220~300	-0.8	-0.9	-1.1	-1.3

表 1-7 条料与导料板之间的单面间隙 C (mm)

板料厚度 t	无侧压装置			有侧压装置	
	条料宽度				
	≤100	>100~200	>200~200	≤100	≥100
≤1	0.5	0.5	1	5	8
>1~5	0.8	1	1	5	8



(3) 材料利用率 η

如图 1-7 所示, 一个步距内的材料利用率可按式 (1-4) 计算

$$\eta = S_1 / S_0 \times 100\% = S_1 / (S \times B) \times 100\% \quad (1-4)$$

式中 S_1 ——一个步距内制件的实际面积;

S_0 ——一个步距内所需毛坯面积;

S ——送料步距;

B ——条料宽度。

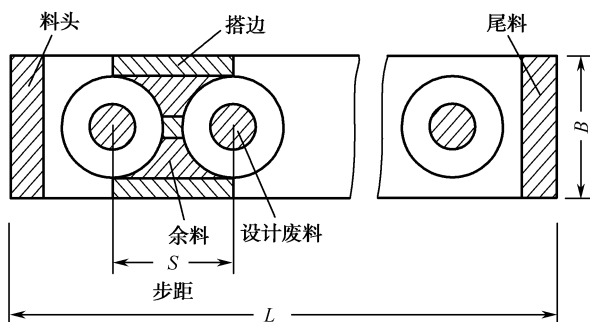


图 1-7 材料利用率

整张条料的材料利用率可按式 (1-5) 计算

$$\eta = n \times S_1 / LB \quad (1-5)$$

式中 n ——条料上实际冲裁的零件数;

L ——条料长度;

B ——条料宽度;

S_1 ——一个零件的实际面积。

4. 绘制排样图

如图 1-8 所示, 排样图应反映出条料(带料)宽度及公差、送料步距及搭边 a 、 a_1 值, 并习惯以剖面线表示冲压位置、冲裁时各工步先后顺序与位置及条料(带料)的轧制方向。

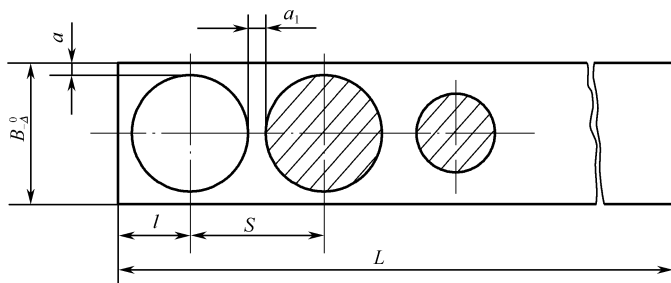


图 1-8 排样图



1.3.3 刚性卸料、下出件方式冲压力计算规范

1. 冲裁力的计算规范

冲裁力是在冲裁过程中凸模对板料施加的压力，它是随凸模进入材料的深度（凸模行程）而变化的。通常所说的冲裁力是指作用于凸模上的最大抗力，冲裁力可按式（1-6）计算

$$F = 1.3Lt\tau \quad (1-6)$$

式中 F ——冲裁力；

L ——冲裁件受剪切周边长度（mm）；

t ——冲裁件的料厚（mm）；

τ ——材料抗剪强度（MPa）， τ 值可查附录 A1 得到。

在一般情况下，材料 $\sigma_b \approx 1.2\tau$ 。为计算方便，冲裁力也可用式（1-7）计算

$$F = Lt\sigma_b \quad (1-7)$$

式中 σ_b ——材料的抗拉强度。

2. 推件力计算规范

冲裁时材料在分离前存在着弹性变形，一般情况下，冲裁后的弹性恢复使落料件卡在凹模内，而板料则紧箍在凸模上。为了使冲裁工作继续进行，必须及时将箍在凸模上的板料卸下，将卡在凹模内的落料件向下推出。

从凸模上卸下板料所需的力称为卸料力，采用刚性卸料装置时（如图 1-9 所示），卸料力由刚性卸料板提供，因此不要计算卸料力。

从凹模内向下推出落料件所需的力称为推件力 F_T ，如图 1-10 所示。

F_T 常用以下经验公式计算

$$F_T = nK_T \cdot F \quad (1-8)$$

式中 F ——冲裁力；

K_T ——推件力系数； K_T 由表 1-8 查取。当冲裁件形状复杂、冲裁间隙较小、润滑较差、材料强度高时，应取较大值；反之则应取较小值；

n ——同时卡在凹模内的冲件数（ $n=h/t$ ）； h 为凹模直壁刃口的高度， t 为料厚。当采用锥形洞口时，因无落料件卡在洞口内，故可不计推件力。

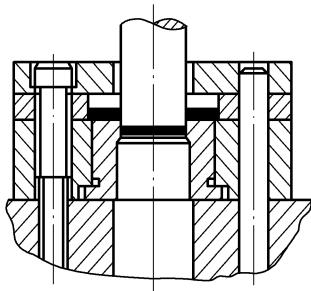


图 1-9 刚性卸料装置

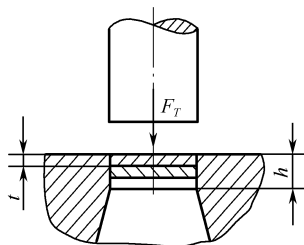


图 1-10 推件力计算



表 1-8 推件力系数

材料种类及厚度 (mm)		K_T
钢	≤ 0.1	0.1
	$> 0.1 \sim 0.5$	0.063
	$> 0.5 \sim 2.5$	0.055
	$> 2.5 \sim 6.5$	0.045
	> 6.5	0.025
铝、铝合金		0.03~0.07
紫铜、黄铜		0.03~0.09

3. 总冲压力

采用刚性卸料装置和下出件方式的总冲压力为

$$F_Z = F + F_T \quad (1-9)$$

4. 模具压力中心的确定

模具的压力中心就是总的冲压力的作用点。为保证压力机和模具的正常工作，应使模具的压力中心与压力机滑块的中心线相重合。

几何形状对称制件的压力中心，位于制件轮廓图形的几何中心上。

1.3.4 曲柄压力机的结构及主要技术参数的确定

1. 曲柄压力机的结构及工作原理

图 1-11 所示的是工作台可倾的开式曲柄压力机实物图片，图 1-12 所示的是其结构简图。

曲柄压力机主要由床身、传动系统、制动系统和上模紧固装置组成。



图 1-11 可倾式曲柄压力机实物

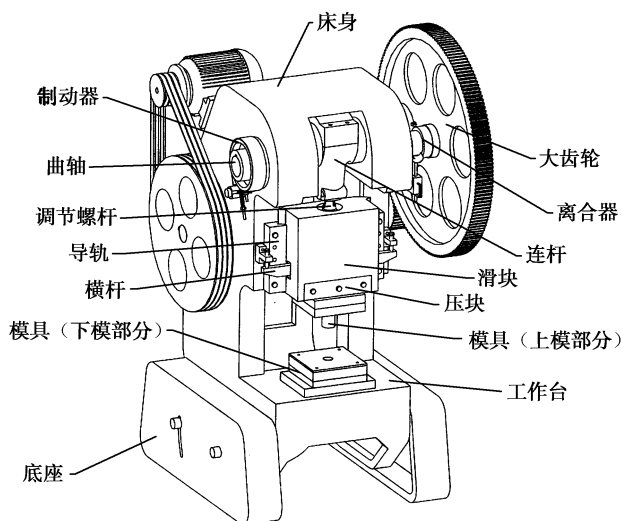


图 1-12 可倾式曲柄压力机的结构简图



床身是压力机的支架，是其他零部件的安装基础。

传动系统将电动机的转动变成滑块连接的模具的往复冲压运动。运动的传递路线为：电动机→小带轮→传动带→大带轮→传动轴→小齿轮→大齿轮→离合器→曲轴→连杆→滑块→上模。

制动系统可确保离合器脱开时，滑块比较准确地停止在曲轴转动的上死点位置。

上模紧固装置将模具的上模部分固定在滑块上，由压块、紧固螺钉等组成，通过压住模柄来进行固定。

2. 曲柄压力机的主要技术参数选择方法

选用压力机时，必须考虑下列主要技术参数。

(1) 公称压力：为保证有足够的冲压力，冲裁时压力机的吨位应比计算的总冲压力大 30% 左右。

(2) 行程长度：取大于工件高（或料厚）5~10mm。

(3) 行程次数：应根据材料的变形要求和生产率来考虑。

(4) 工作台面尺寸：工作台面长、宽尺寸应大于模具下模座尺寸，并每边留出 60~100mm，以便固定模座。

(5) 滑块模柄孔尺寸：模柄孔尺寸要与模柄直径相适应，模柄孔深度应大于模柄长度约 15mm。

(6) 压力机闭合高度：如图 1-13 所示，压力机闭合高度应保证：

$$H_{\min} - H_1 + 10\text{mm} \leq H \leq H_{\max} - H - 15\text{mm} \quad (1-10)$$

式中 H —— 模具闭合高度；

H_{\min} —— 压力机的最小闭合高度；

H_{\max} —— 压力机的最大闭合高度；

H_1 —— 垫板厚度。

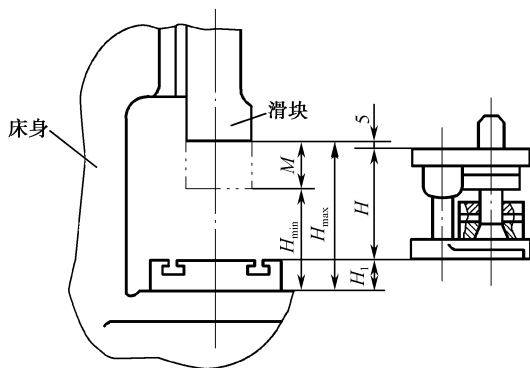


图 1-13 模具闭合高度与装模高度的关系

1.3.5 冲裁模合理冲裁间隙选用规范

如图 1-14 所示，冲裁间隙是指冲裁模的凸模和凹模刃口之间的尺寸之差。单边间隙用 $Z/2$



表示，双边间隙用 Z 表示。

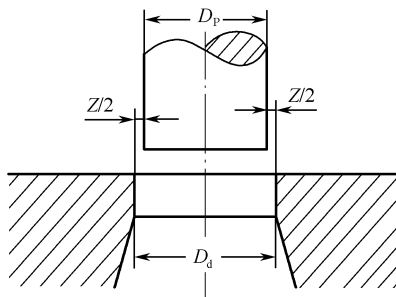


图 1-14 冲裁间隙

冲裁模双边间隙为

$$Z = D_d - D_p \quad (1-11)$$

式中 D_p ——冲裁模凸模刃口尺寸 (mm);

D_d ——冲裁模凹模刃口尺寸 (mm)。

考虑到模具制造中的偏差及使用中的磨损，生产中通常是选择一个适当的范围作为合理间隙，所谓合理的间隙，就是指采用这一间隙进行冲裁时，能够得到令人满意的工件断面质量，较高的尺寸精度和使冲裁力（卸料力和推件力）最小，并使模具有较长的使用寿命。

这个范围的最小值称为最小合理间隙，最大值称为最大合理间隙。由于模具在使用过程中会逐步磨损，设计和制造新模具时应采用最小合理间隙。

生产实际中，根据材料种类及厚度查表 1-9 和表 1-10 可以得到合理冲裁间隙。

表 1-9 冲裁模初始双面间隙值 Z (按材料厚度取值) (mm)

材 料	间 隙	材 料	间 隙
纯铁	$6\% \sim 9\%t$	磷青铜	$6\% \sim 10\%t$
软钢	$6\% \sim 9\%t$	白铜 (Nickel Silver or German Silver)	$6\% \sim 10\%t$
硬钢	$8\% \sim 12\%t$	—	
硅钢片	$7\% \sim 11\%t$	铝 (硬质)	$6\% \sim 10\%t$
不锈钢	$7\% \sim 11\%t$	铝 (软质)	$5\% \sim 8\%t$
铜 (软质)	$6\% \sim 10\%t$	铝合金 (硬质)	$6\% \sim 10\%t$
铜 (硬质)	$6\% \sim 10\%t$	铝合金 (软质)	$6\% \sim 10\%t$
黄铜 (硬质)	$6\% \sim 10\%t$	铅	$6\% \sim 9\%t$
黄铜 (软质)	$6\% \sim 10\%t$	高导磁合金 (perm alloy)	$5\% \sim 8\%t$



表 1-10 冲裁模初始双面间隙值 Z (mm)

材料名称	45 T7、T8（退火） 65Mn（退火） 磷青铜（硬） 铍青铜		10、15、20 钢 硅钢 H62、H65（硬） LY12		Q215、Q225 钢 08、10、15 钢 紫铜（硬） 磷青铜、铍青铜* H62、H68		H62、H68（软） 紫铜（软） L21~LF2 防锈铝 硬铝 LY12（退火） 铜母线、铝母线	
力学性能	HBS≥190 σ _b ≥600MPa		HBS = 140 ~ 190 σ _b = 400 ~ 600MPa		HBS = 70 ~ 140 σ _b = 300 ~ 400MPa		HBS≤70 σ _b ≤300MPa	
板料厚度 <i>t</i>	始用间隙 <i>Z</i>							
	<i>Z</i> _{min}	<i>Z</i> _{max}	<i>Z</i> _{min}	<i>Z</i> _{max}	<i>Z</i> _{min}	<i>Z</i> _{max}	<i>Z</i> _{min}	<i>Z</i> _{max}
0.2	0.025	0.045	0.015	0.035	0.01	0.03	*	—
0.5	0.08	0.1	0.06	0.08	0.04	0.06	0.025	0.045
0.8	0.13	0.16	0.10	0.13	0.07	0.10	0.045	0.075
1.0	0.17	0.20	0.13	0.16	0.10	0.13	0.065	0.095
1.2	0.21	0.24	0.16	0.19	0.13	0.16	0.075	0.105
1.5	0.27	0.31	0.21	0.25	0.15	0.19	0.10	0.14
1.8	0.34	0.38	0.27	0.31	0.20	0.24	0.13	0.17
2.0	0.38	0.42	0.30	0.34	0.22	0.26	0.14	0.18
2.5	0.49	0.55	0.39	0.45	0.29	0.35	0.18	0.24
3.0	0.62	0.68	0.49	0.55	0.36	0.42	0.23	0.29
3.5	0.73	0.81	0.58	0.66	0.43	0.51	0.27	0.35
4.0	0.86	0.94	0.68	0.76	0.50	0.58	0.32	0.40
4.5	1.00	1.08	0.78	0.86	0.58	0.66	0.37	0.45
5.0	1.13	1.23	0.9	1.00	0.65	0.75	0.42	0.52
6.0	1.40	1.50	1.10	1.20	0.82	0.92	0.53	0.63
8.0	2.00	2.12	1.60	1.72	1.17	1.29	0.76	0.88

注：1. Z_{min} 应视为公称间隙。

2. 有*处均系无间隙。

1.3.6 圆形、方形制件落料模的凸、凹刃口尺寸计算规范

对于圆形、方形制件冲裁模的凸、凹刃口尺寸，一般使用分别加工法计算，即根据冲裁零件尺寸和凸、凹模的最小间隙值分别计算出凸模和凹模的尺寸，然后按计算出的尺寸分别加工出凸、凹模，即可保证合理间隙。

对于落料模，应先计算出凹模刃口尺寸，凹模刃口尺寸减去冲裁间隙得到凸模刃口尺寸。

凹模刃口尺寸为

$$D_d = (D_{\max} - x\Delta) \overset{+\delta_d}{0}$$
 (1-12)

凸模刃口尺寸为

$$D_p = (D_d - Z_{\min}) \overset{0}{-\delta_p} = (D_{\max} - x\Delta - Z_{\min}) \overset{0}{-\delta_p}$$
 (1-13)



冲裁模的制造公差与冲裁间隙之间应满足

$$\delta_d + \delta_p \leq Z_{\max} - Z_{\min} \tag{1-14}$$

或
$$\begin{cases} \delta_d = 0.6(Z_{\max} - Z_{\min}) \\ \delta_p = 0.4(Z_{\max} - Z_{\min}) \end{cases} \tag{1-15}$$
$$\tag{1-16}$$

式中 D_d ——落料凹模基本尺寸 (mm);
 D_p ——落料凸模基本尺寸 (mm);
 D_{\max} ——落料件最大极限尺寸 (mm);
 Δ ——制件公差 (mm);
 Z_{\min} ——凸模、凹模最小初始双面间隙 (mm);
 δ_p 、 δ_d ——凸模、凹模的制造公差 (mm), 可查表 1-11 确定; 或者先根据制件公差等级查表 1-12 确定凸、凹模刃口公差等级, 再查附录 D1 确定;
 x ——磨损系数, 与工件制造精度有关, 按下列规定取值, 当制件公差等级为 IT1~IT10 时, 取 $x=1$; 当制件公差等级为 IT11~IT13 时, 取 $x=0.75$; 当制件公差等级为 IT14~IT18 时, 取 $x=0.5$ 。

表 1-11 规则形状冲裁模凸、凹模制造公差 (mm)

基本尺寸	δ_p	δ_d	基本尺寸	δ_p	δ_d
≤18	-0.020	+0.020	>180~260	-0.020	+0.045
>18~20	-0.020	+0.025	>260~500	-0.025	+0.050
>20~80	-0.020	+0.020	>500	-0.040	+0.060
>80~120	-0.025	+0.025		-0.050	+0.070
>120~180	-0.020	+0.040			

表 1-12 模具刃口尺寸的公差与冲裁件尺寸公差的关系

模具刃口尺寸公差	料厚 t /mm											
	0.5	0.8	1.0	1.5	2	3	4	5	6	8	10	12
	冲裁件尺寸公差											
IT6~7	IT8	IT8	IT9	IT9	IT10							
IT7~8		IT9	IT10	IT10	IT12	IT12	IT12					
IT9				IT12	IT12	IT12	IT12	IT12	IT14	IT14	IT14	IT14

1.3.7 单工序落料模的总体结构设计规范

图 1-15 所示的是单工序落料模的典型结构。

压入式模柄 8 装入上模座 10 并以止动销 16 防止其转动, 凹模 1 用内六角螺钉和销钉与下模座 9 紧固并定位, 凸模 2 用凸模固定板 3、螺钉、销钉与上模座 10 紧固并定位, 凸模背面垫上垫板 4, 以防止上模座局部受力过大, 固定卸料板 5 与导料板 6 用螺钉固定在凹模 1 上, 导料板前端设承料板 7。

将条料沿着导料板 6 从右向左送进至条料料头顶住挡料销 19, 模具的上模部分向下运动, 在凸模 2 运动到接近最低位置时, 条料被凸、凹模冲剪, 工件与条料分离; 凸模 2 继续运动

到最低位置时，工件被凸模 2 推出凹模 1，此时压力机滑块刚好在下止点，冲裁过程完成。

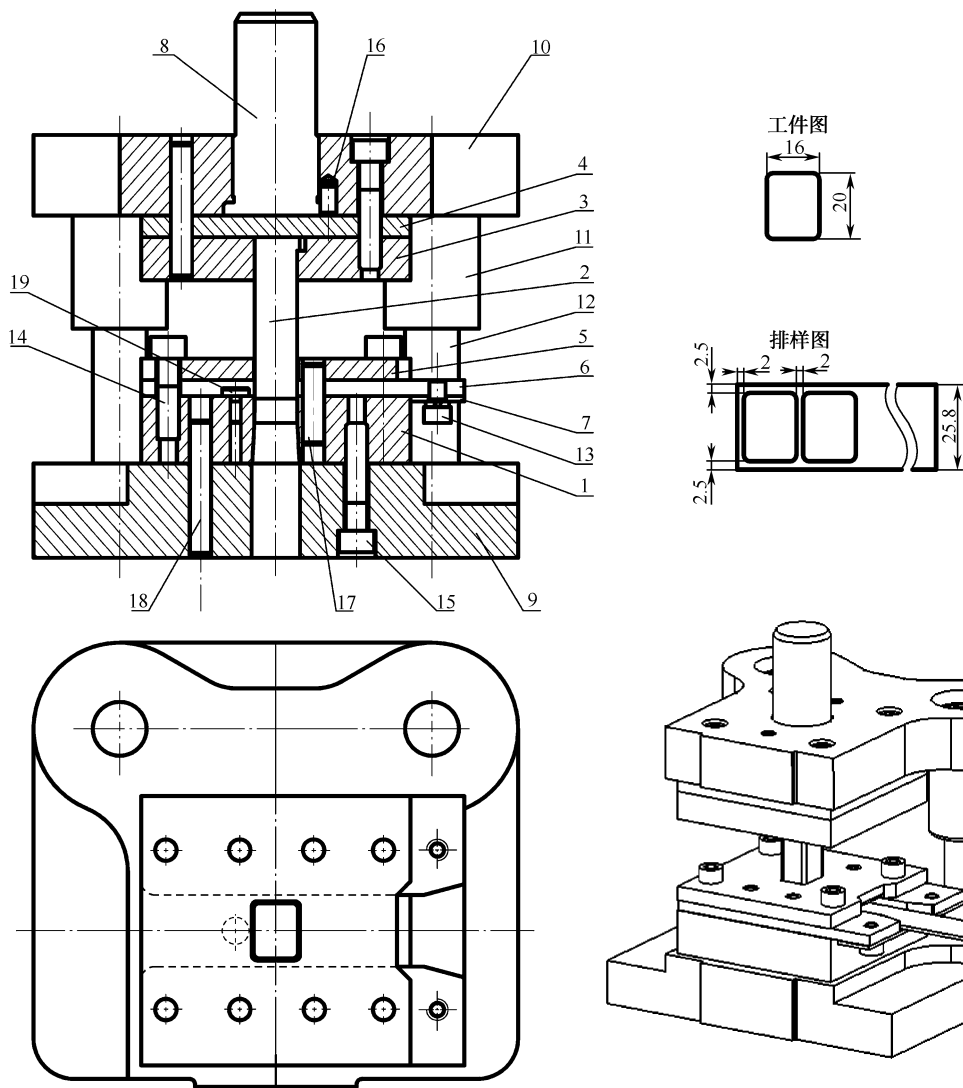


图 1-15 单工序落料模

1—凹模；2—凸模；3—凸模固定板；4—凸模垫板；5—固定卸料板；6—导料板；7—承料板；8—模柄；9—下模座；
10—上模座；11—导套；12—导柱；13、14、15—螺钉；16、17、18—销钉；19—固定挡料销

上模回程时，固定卸料板 5 把箍在凸模上的边料刮下，为下一次冲裁做好准备。这种结构适用于冲裁平直度不高，或厚度大于 0.3mm 的较硬板料。

1.3.8 异形凸模结构设计规范

异形凸模是指非圆形凸模，根据凸模截面尺寸大小可分为普通凸模、大凸模及细小异形凸模。除细小异形凸模外，一般均采用线切割加工成型。



1. 凸模固定方式

(1) 普通凸模固定方式

$B < 20$ 时, 采用挂钩固定, 如图 1-16 (a) 所示, 图中尺寸关系如下。

① $C = 1.0\text{mm}$; $H = C + 2 = 3\text{mm}$ 。

② D 依产品尺寸尽量取大, 但应保证 $D \leq 15\text{mm}$; $G = D + 2$ 。

③ $E = 5_{-0.10}^0\text{mm}$; $F = 5_{+0.10}^0\text{mm}$ 。

④ 凸模尺寸较大时, 可取两个或多个挂钩, 但挂钩的分布位置及数量须考虑挂钩的研磨加工方便性和凸模的夹持稳定性。

(2) 大凸模固定方式

$A \times B > 20 \times 20$ 时, 凸模采用内六角螺钉固定, 如图 1-16 (b) 所示, 攻牙深 $K = 25\text{mm}$ 。

① $A \times B > 20 \times 20$ 用 1 个 M8 内六角螺钉固定。

② $A \times B > 50 \times 20$ 用 2 个 M8 内六角螺钉固定。

③ $A \times B > 50 \times 50$ 用 4 个 M8 内六角螺钉固定。

以上可适当增加内六角螺钉数量固定凸模。

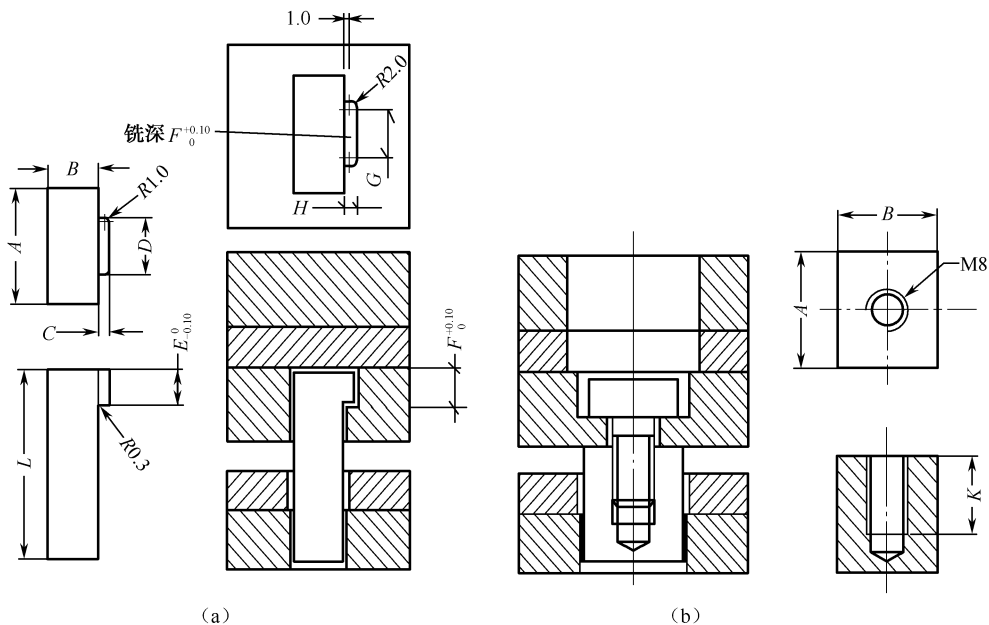


图 1-16 异形冲子固定方式

(3) 氩焊固定方式

$B < 20$, 凸模较小, 形状复杂, 上述两种固定方式都不适用时, 可采用氩焊固定的方式, 即在凸模上用氩焊的方法焊出挂钩, 再经修磨达到要求的尺寸和形状, 修磨后的挂钩尺寸和形状要求, 与前面的普通凸模挂钩固定方法相同。

(4) 细小异形凸模固定方式

当异形凸模的外形尺寸在 $\phi 8$ 的范围内时, 采用圆凸模研磨的方式。如图 1-17 所示, 当

$D \leq \phi 8$, 可取 $\phi 4$ 、 $\phi 5$ 、 $\phi 6$ 、 $\phi 8$ 标准直径系列圆凸模研磨成形, 台阶固定。图中 $J = 5.5\text{mm}$, $M = 5 \sim 10.0\text{mm}$ 。

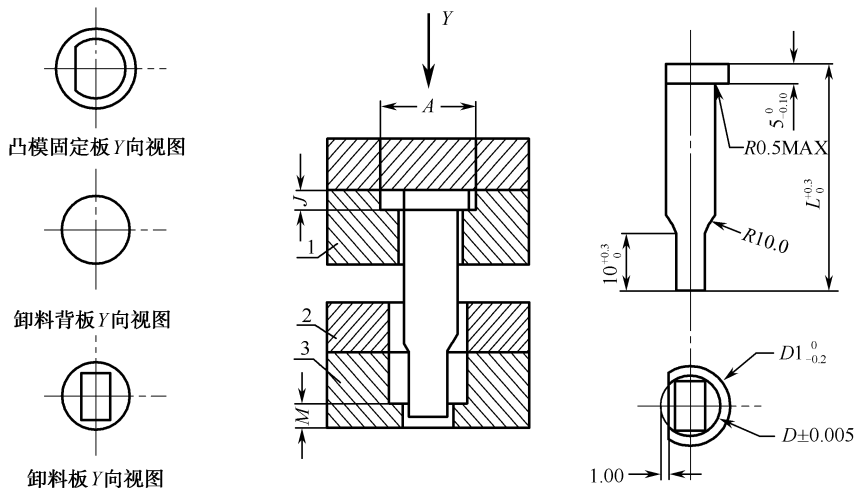


图 1-17 细小异形凸模固定方式

1—凸模固定板; 2—卸料背板; 3—卸料板

2. 凸模长度计算规范

如图 1-18 所示, 采用固定卸料板的模具凸模长度按式 (1-17) 计算

$$L = h_1 + h_2 + h_3 + h \quad (1-17)$$

式中 L ——凸模长度 (mm);

h_1 ——凸模固定板厚度 (mm);

h_2 ——卸料板厚度 (mm);

h_3 ——导料板厚度 (mm);

h ——增加长度, 它包括凸模的修磨量、凸模进入凹模的深度 (0.5~1mm)、凸模固定板与卸料板之间的安全距离等, 一般取 10~20mm。

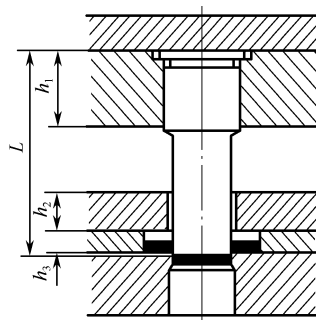


图 1-18 凸模长度计算

1.3.9 异形凹模设计规范

异形凹模刃口结构形式如图 1-19 所示。

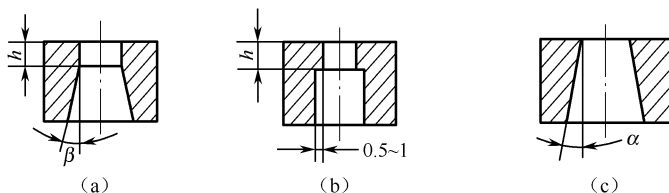


图 1-19 异形凹模刃口结构



(1) 凹模刃口结构形式

图 1-19 (a) 所示结构, 刃口强度较高, 修磨后刃口尺寸不变, 常用于冲裁形状复杂或精度要求较高的工件。 β 取 3° , 刃口高度 h 部分一般可按材料厚度选取:

$t < 0.5\text{mm}$ 时, $h = 3 \sim 5\text{mm}$ 。

$t \leq 5\text{mm}$ 时, $h = 5 \sim 10\text{mm}$ 。

$t \leq 10\text{mm}$ 时, $h = 10 \sim 150\text{mm}$ 。

图 1-19 (b) 所示结构, 刃口强度较高, 修磨后刃口尺寸无变化, 加工简单, 工件容易漏下, 适合冲裁直径小于 5mm 、厚度 1mm 以下的工件, h 取 $3 \sim 5\text{mm}$ 。

图 1-19 (c) 所示结构, 冲裁件容易漏下, 但刃口强度不高, 修磨后, 刃口有变大的趋势, 适于冲制自然漏料、精度不高、形状简单的工件。 α 角在采用电加工时, 取 $\alpha = 4' \sim 20'$ (落料模 $< 10'$, 复合模 $\alpha = 5'$), 采用机械加工经钳工精修时, 取 $\alpha = 15' \sim 30'$ 。

(2) 凹模外形参数

如图 1-20 所示, 凹模高度 H 按式 (1-18) 计算

$$H = k_1 k_2 \sqrt[3]{0.1F} \quad (\geq 15\text{mm}) \quad (1-18)$$

式中 F ——冲裁力 (N);

k_1 ——凹模材料修正系数, 合金钢取 1, 碳素钢取 1.3;

k_2 ——凹模刃口周边长度修正系数, 见表 1-13。

表 1-13 模刃口周边长度修正系数 k_2

刃口长度/mm	<50	50~70	70~150	150~300	300~350	>500
修正系数 k_2	1	1.12	1.25	1.37	1.50	1.6

凹模壁厚度 c 值可参考表 1-14 选取。

根据刃口尺寸和凹模壁厚度, 可计算出凹模外形参数 A 、 B 、 H , 按就高就近的原则, 查附录 F1 选取标准凹模板, 由标准凹模板加工出异形凹模。

(3) 凹模固定方法

对于异形凹模, 可用螺钉和销钉直接固定在下模座上, 如图 1-21 所示。

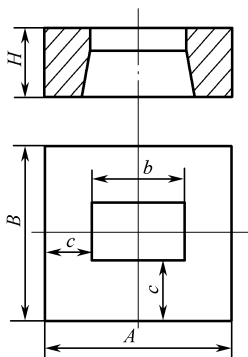


图 1-20 凹模外形尺寸的确定

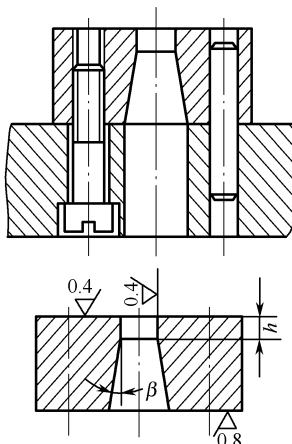


图 1-21 整体式凹模固定



表 1-14 凹模最小壁厚度 c (mm)

<div>制件厚度 C 条料宽度</div>	≤ 0.8	$> 0.8 \sim 1.5$	$> 1.5 \sim 3$	$> 3 \sim 5$
≤ 40	20~25	22~28	24~32	28~36
$> 40 \sim 50$	22~28	24~32	28~36	30~40
$> 50 \sim 70$	28~36	30~40	32~42	35~45
$> 70 \sim 90$	32~42	35~45	38~48	40~52
$> 90 \sim 120$	35~45	40~52	42~54	45~58
$> 120 \sim 150$	40~52	42~54	45~58	48~62

1.3.10 导料板、固定挡料销、承料板设计规范

如图 1-22 所示，导料板在与送进方向垂直的方向上对条料限位，以保证条料沿正确的方向送进。挡料销在送进方向对条料限位，控制条料每一次送进的距离。承料板对进入模具之前的条料起支撑作用。

1. 导料板

导料板一般设在条料两侧，手工送料时也可只在一侧设导料板。标准导料板结构如图 1-23 所示。

导料板长度 L 一般应大于凹模的长度，使其伸出凹模外 10mm 以上，其伸出部分的底下设承料板。

导料板宽度 B 参考表 1-15 确定。

导料板厚度 H 取决于挡料销的种类和冲裁板料厚度，其与挡料销的关系见表 1-16。

根据导料板长度、宽度及厚度值，查附录 G1 选取的标准导料板。

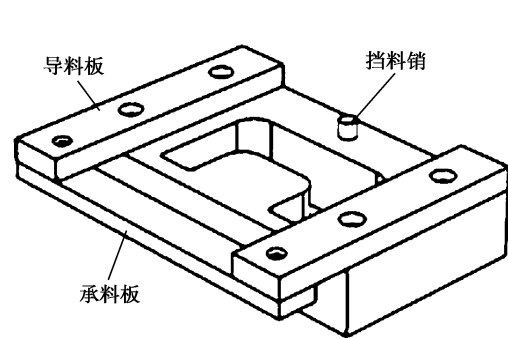


图 1-22 挡料销与导料板定位

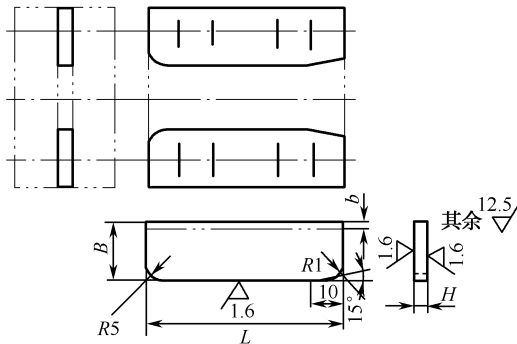


图 1-23 标准导料板

表 1-15 紧固螺钉及导料板宽度 (mm)

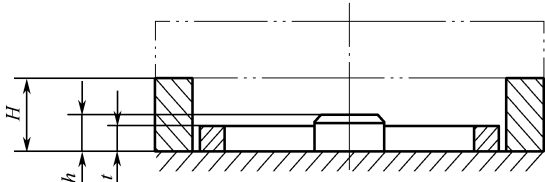
条料宽度	< 25	25~50	50~100	100~200
螺钉规格	M5、M6	M6、M8	M8	M10
导料板宽度 B	10~15	12~18	15~25	18~30

注：导料板尺寸应该按标准选用。



表 1-16 导料板厚度

(mm)

简图			
材料厚度 t	挡料销高度 h	导料板厚度 H	
		使用固定挡料销时	使用自动挡料销或侧刃时
0.3~2	3	6~8	4~8
2~3	4	8~10	6~8
3~4	4	10~12	8~10
4~6	5	12~15	8~10
6~10	8	15~25	10~15

2. 固定挡料销

标准固定挡料销分为 A 型、B 型两种，结构如图 1-24 所示，广泛用于冲制中、小型冲裁件的挡料定距。

A 型挡料销的销孔离凹模刃壁较远，对凹模的强度影响小，B 型挡料销的销孔离凹模刃壁较近，削弱了凹模的强度。

根据材料厚度 t ，查表 1-16 确定挡料销的高度 h ，根据 h 查附录 H1 可确定标准固定挡料销的型号、参数。

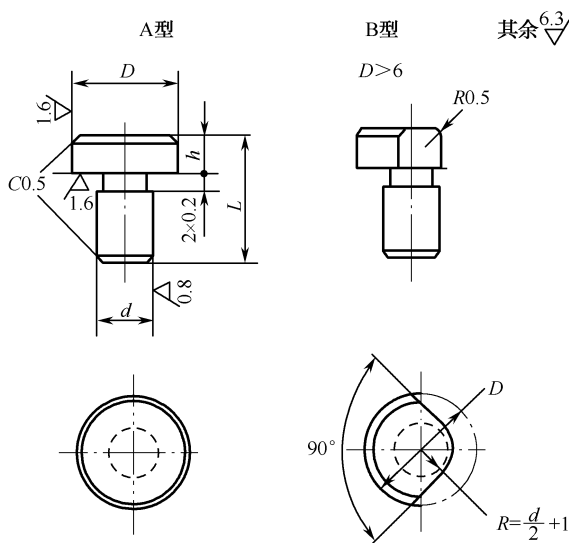


图 1-24 固定挡料销



3. 承料板

承料板如图 1-25 所示。承料板一般与导料板配对使用，自动送料时，不需要承料板。承料板长度 L 根据导料板跨度确定，根据长度 L 查附录 G2 选取标准承料板。

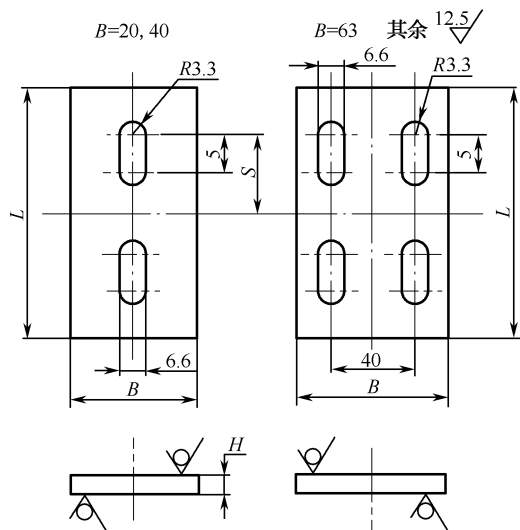


图 1-25 承料板

1.3.11 刚性卸料装置（固定卸料板）设计规范

刚性卸料装置（又称固定卸料板）卸料力大，卸料可靠。因此，当冲裁板料较厚（大于 0.3mm）、平直度要求不很高的冲裁件时，一般采用刚性卸料装置。

刚性卸料装置有两种结构形式，如图 1-26 所示。

当条料宽度小于 50mm 时，卸料板和导料板可做成一体，如图 1-26 (a) 所示；一般情况下，使用标准卸料板，即卸料板与导料板是分开的，如图 1-26 (b) 所示。

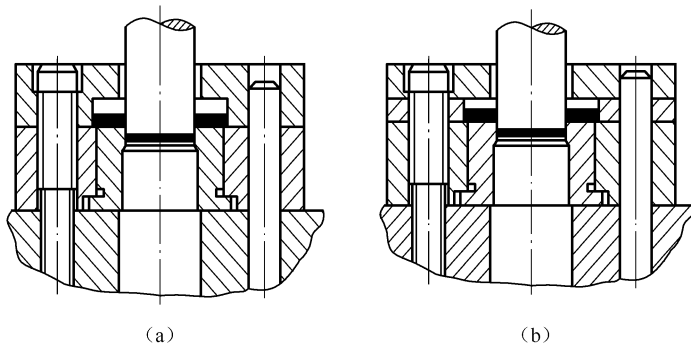


图 1-26 刚性卸料装置类型

卸料板的有关尺寸可参考图 1-27 确定。

卸料板厚度 h 的经验值见表 1-17。卸料板导向孔高度取 3~5mm；与凸模的单边间隙与料



厚 t 有关，一般取 $(0.2\sim 0.5)t$ （硬材料系数取大值，软材料系数取小值）。

为了方便板料送进，卸料板在材料入口方向开有 45° 的缺口。

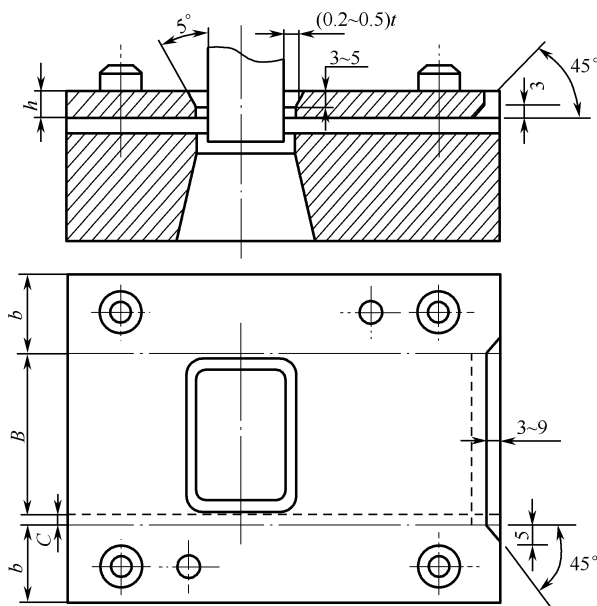


图 1-27 固定卸料板结构参数

表 1-17 固定卸料板厚度

(mm)

料厚 t	卸料板跨度 B				
	≤ 50	$>50\sim 80$	$>80\sim 125$	$>125\sim 200$	>200
	h	h	h	h	h
~ 0.8	6	6	8	10	12
$>0.8\sim 1.5$	6	8	10	12	14
$>1.5\sim 3$	8	10	12	14	16
$>3\sim 4.5$	10	12	14	16	18
>4.5	12	14	16	18	20

1.3.12 小型冲模模架及导柱、导套选用规范

1. 模架类型的确定

对于小型单工序落料模，一般选用如图 1-28 所示的后侧导柱模架滑动导向标准铸铁模架。这种模架相对于其他种类的模架具有价格便宜、加工方便、容易装配、操作维护方便的特点。

2. 模座参数的确定

如图 1-28 所示，模架一般分为上、下模座，其外形基本相似。上、下模座的作用是直接或间接地安装冲模的所有零件，分别与压力机滑块和工作台连接，传递压力。



模座已标准化, 后侧导柱模座可查附录 M1 选用, 在选用时应考虑如下几点。

(1) 所选用的模座的凹模周界尺寸 ($L \times B$) 应与凹模的周界尺寸一致。模座的厚度一般为凹模板厚度的 1.0~1.5 倍, 以保证有足够的强度和刚度。

(2) 所选用的模座必须与所选压力机的工作台和滑块的有关尺寸相适应, 并进行必要的校核。下模座的最小轮廓尺寸, 应比压力机工作台上漏料孔的尺寸每边至少要大 40~50mm。下模座的最大轮廓尺寸比所选压力机的工作台尺寸每边至少要小 40~50mm, 以便安装、固定。

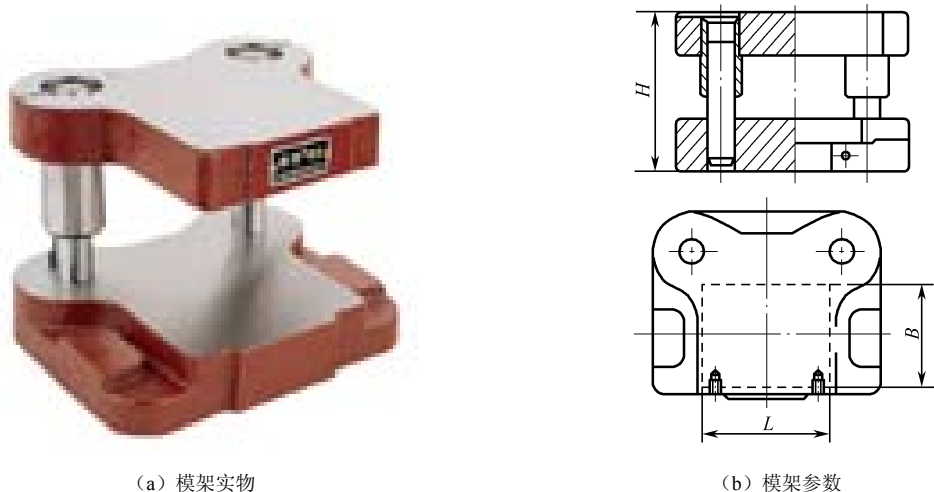


图 1-28 后侧导柱滑动导向铸铁模架

3. 导柱、导套的类型

小型普通冲压模具的滑动导向系统一般由 A 型 (或 B 型) 导柱与 A 型导套组成。

A 型导柱结构简单, 制造方便, 但上下端容易装错, B 型导柱下端开有 0.5mm 深的凹槽, 上下标示明显。A 型导柱、B 型导柱和 A 型导套的结构如图 1-29 所示。

4. 导柱参数

导柱直径 d 根据下模座导柱安装孔直径确定, 导柱的长度 L 应保证在模具最小闭合高度时, 导柱上端面与上模座上平面的距离约为 10~15mm, 下模座下平面与导柱下端面的距离应为 (2~3)mm, 如图 1-31 所示。

如图 1-30 所示, 对于冲裁模, 模具的闭合高度 H 按式 (1-19) 计算, 导柱的长度按式 (1-20) 计算

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 - \Delta \quad (1-19)$$

$$L = H - (2 \sim 3) - (10 \sim 15) \quad (1-20)$$

式中 H ——模具闭合高度;

h_1 ——上模座的厚度;

h_2 ——下模座的厚度;

h_3 ——凹模板的厚度;

h_4 ——凸模的长度;



h_5 ——凸模垫板厚度;

Δ ——凸模刃口进入凹模刃口的深度, 一般取 $\Delta = 0.5 \sim 1 \text{ mm}$;

L ——导柱长度。

导柱已标准化, 根据导柱直径 d 、长度 L 查附录 M7 选取。

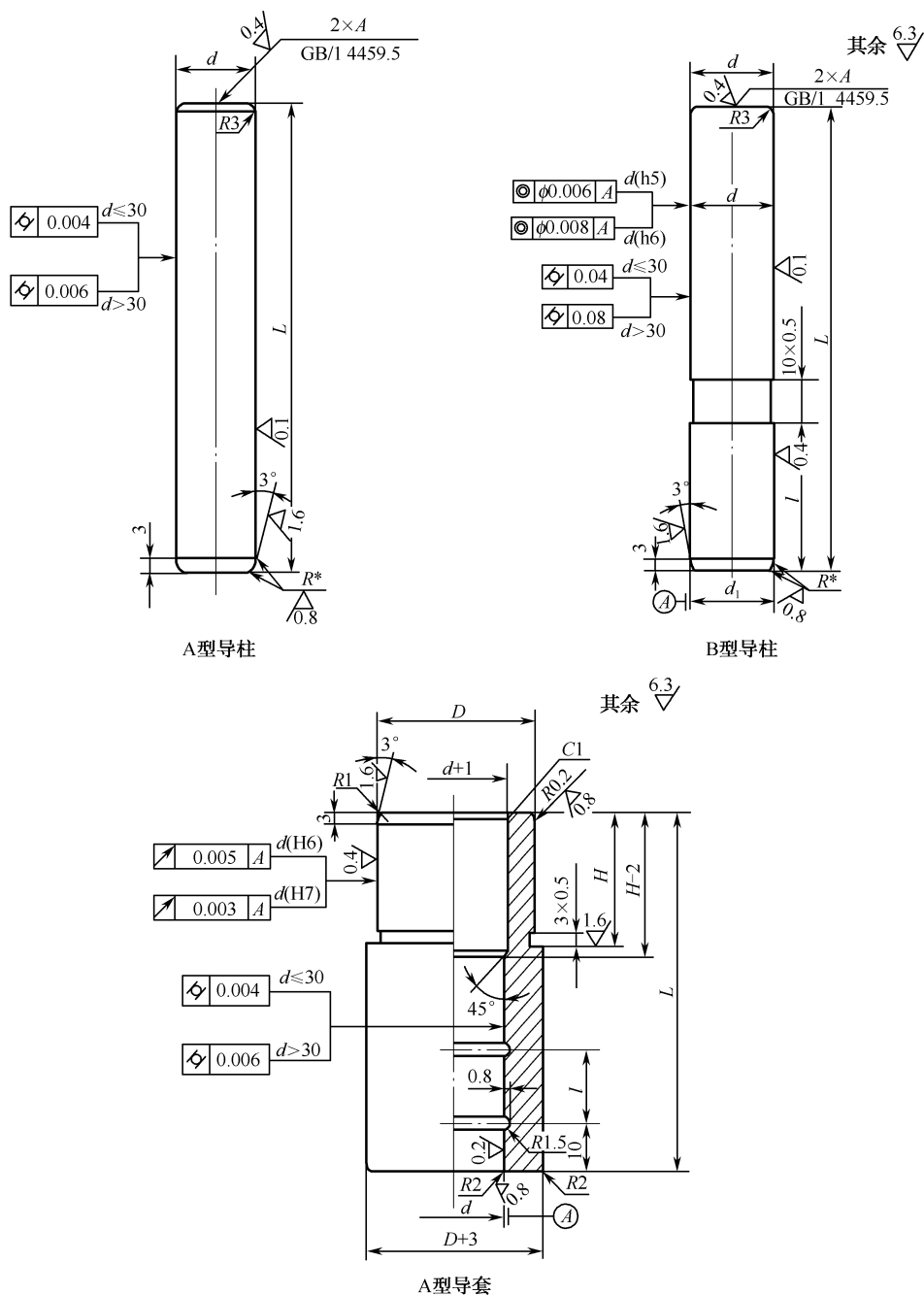


图 1-29 导柱、导套的类型



5. 导套参数

导套内径 d 根据导柱外径确定，导套外径 D 根据上模座导套安装孔直径确定，导套的长度 H 应小于上模座厚度 3mm 以上，如图 1-31 所示，导套长度 L 可参考表 1-18 取值。

导套已标准化，根据导套内径 d ，导套外径 D 、长度 H 和长度 L 查附录 M8 选取。

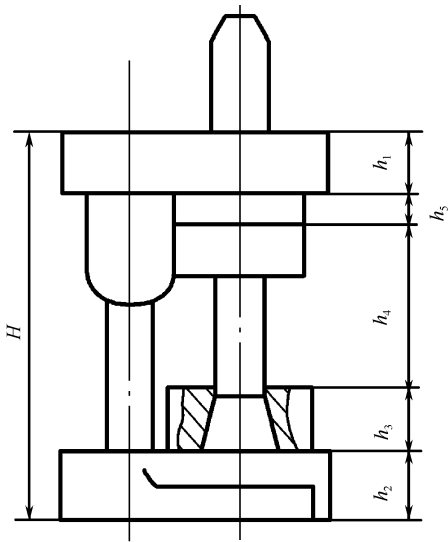


图 1-30 冲裁模具闭合高度计算

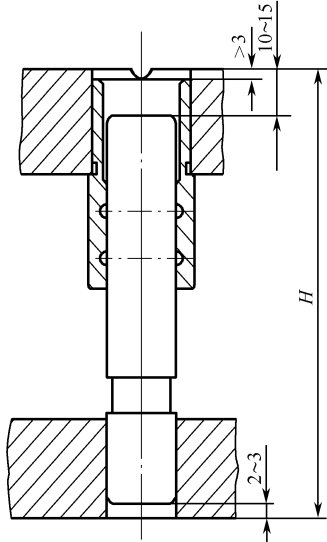


图 1-31 上下模板与导套、导柱装配关系

表 1-18 导套长度 L (mm)

导柱直径	25	28	32	36
导套长度	55	60	70	80

1.3.13 压入式模柄设计规范

小型模具上模座一般采用模柄与压力机滑块连接，模柄与模座孔采用 H7/m6 或 H7/h6 配合，并可加销钉以防转动。

压入式模柄结构如图 1-32 所示，这种模柄可较好地保证轴线与上模座的垂直度，适用于各种中、小型冲模，生产中最常见。

可根据所用的压力机的滑块孔的尺寸确定模柄的直径和长度

$$D_{\text{模柄直径}} = D_{\text{滑块孔的直径}} \tag{1-21}$$

$$L_{\text{模柄长度}} = H_{\text{滑块孔的深度}} - (10 \sim 15) \text{ mm} \tag{1-22}$$

根据计算出的模柄直径和长度值查附录 N1 选取标准模柄。

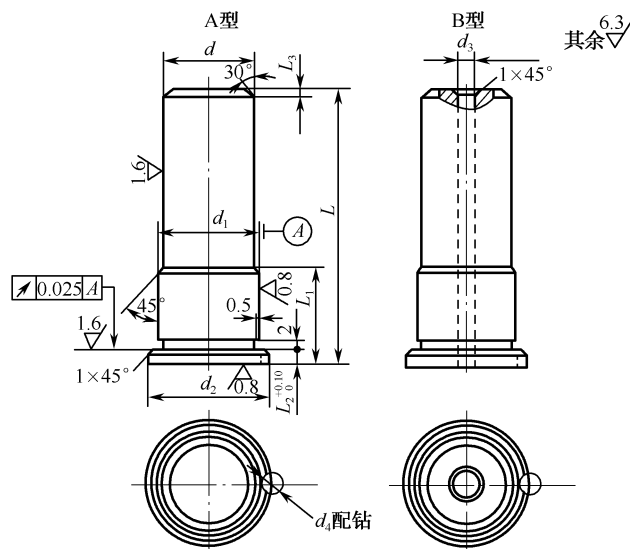


图 1-32 标准压入式模柄

1.3.14 固定板

固定板主要用于固定小型的凸模和凹模。将凸模或凹模按一定相对位置压入固定板后，作为一个整体安装在上模座或下模座上。固定板分为圆形固定板和矩形固定板两种。

固定板的厚度按凹模厚度的 0.6~0.8 倍确定，一般取 16~20mm，如果冲压材料厚 3mm 以上，固定板也可取 25mm。

固定板已标准化，根据厚度和轮廓尺寸查附录 F 选用标准固定板。

1.3.15 垫板

垫板的作用是直接承受凸模的压力，以降低模座所受的压应力，防止模座被局部压陷。凸模端面对模座的压应力可按式（1-23）计算

$$p = \frac{F_Z}{A} \quad (1-23)$$

式中 p ——凸模端面对模座的压应力（MPa）；

F_Z ——凸模承受的总压力（N）；

A ——凸模头部端面支撑面积（mm²）。

若 p 大于模座材料的许用压应力时，就需要加垫板；反之则不需要加垫板。模座的许用压应力见表 1-19。

垫板的厚度一般取 8~100mm，轮廓尺寸可取与凹模板一致。

垫板已标准化，根据垫板厚度和轮廓尺寸查附录 F 选取标准垫板。

表 1-19 模座材料的许用压应力

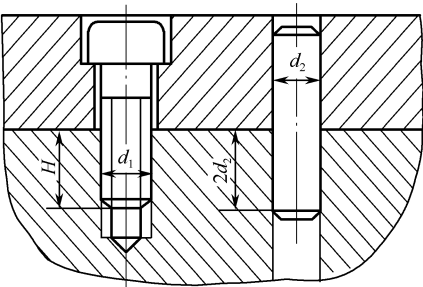
模板材料	$[\sigma_{bc}]/\text{MPa}$	模板材料	$[\sigma_{bc}]/\text{MPa}$
铸铁 HT250	90~140	铸钢 ZG310-570	110~150



1.3.16 内六角螺钉和圆柱销钉设计选用规范

1. 内六角螺钉设计选用规范

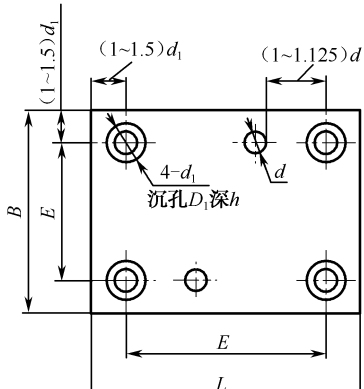
冲模模板固定一般选用内六角螺钉，
螺钉间距参考表 1-20。螺钉通过孔的尺寸见表 1-21。
螺钉旋进的最小深度如图 1-33 所示。

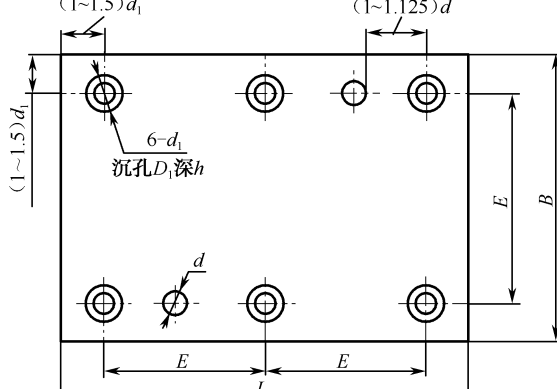


对于钢 $H=d_1$ ，对于铸铁 $H=1.5d_1$

图 1-33 螺钉、销钉装配尺寸

表 1-20 模板紧固螺钉孔及销孔的配置尺寸



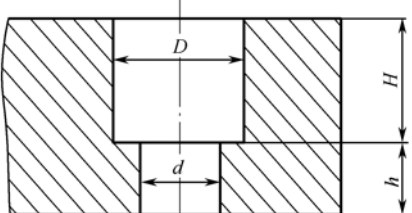


宽度尺寸 B	长度尺寸 L	厚度	紧固螺钉孔 d_1	$(B$ 与 L 方向) 孔数	定位销尺寸 d	紧固螺孔间距极限值 E		
						最大	最小	
75	90, 125	22	M8	B 方向 2, L 方向 2	与螺孔尺寸 d_1 相同, 取 H6/m6 或 H7/n6 配合, 数目为 2 个	95	35	
100	100, 125		M10	B 方向 2, L 方向 3		120	63	
	150	27				120	60	
125	125, 150	22		B 方向 2, L 方向 3		140	80	
	200, 250	27						
150	200, 250	32	M12	B 方向 2, L 方向 3				
175	280							

注：如模板上加工通孔及沉孔，则按螺孔尺寸选标准尺寸。



表 1-21 螺钉规格与模板开孔尺寸

	通过孔尺寸	螺钉				
		M6	M8	M10	M12	M16
D		11	14	17	19	25
H		8	10	12	14	18
d		7	9	11	13	17
h_{\min}		3	4	5	6	8
h_{\max}		25	35	45	55	75

2. 圆柱销钉设计选用规范

小型模具一般选用两个圆柱销钉对模板进行定位连接。

销钉的直径可按同一个组合中的螺钉直径选取。销钉孔位置参考表 1-20，长度选用标准系列，配合长度参考图 1-33。

1.3.17 模具零件图绘制规范

对于不需要二次加工的模具标准件，只要在模具装配图标题栏标出其代号，不需要出零件图，而对于其他零件，应按标题栏逐个绘制出完整的零件图。

模具零件图是模具零件加工的依据，绘制时应包括制造和检验的全部内容。

1. 视图

视图应充分、准确地表示出零件内外部的结构形状和尺寸大小。

2. 制造和检验数据

尺寸完备，不重复。正确选择尺寸基准，尽量避免基准不重合误差的出现。零件图的方位尽量与其在总装图中的方位一致。不要任意旋转和颠倒，以免画错。

3. 尺寸公差、形位公差和表面粗糙度

对于功能尺寸，如凸凹刃口尺寸，其尺寸公差由刃口尺寸公差计算公式计算确定；对于配合尺寸，如凸模固定板与凸模的配合尺寸公差、压入式模柄与上模座的配合尺寸公差等，查附录 D2、附录 D3 确定；对于自由尺寸，如模板轮廓尺寸等，因其尺寸对装配及工件精度均无影响，可不标注公差。

对于凸模、凹模及其固定板应标注平行度、垂直度，对圆形凸模、凹模及其固定板还应标注同轴度形位公差。

4. 技术要求

对材质的要求，如热处理方法及热处理表面应达到的硬度要求，未注倒圆角半径的说明等。

1.3.18 模具装配图绘制规范

1. 装配图的作图状态，绘图比例

冲模装配图一般画合模的工作状态，这有助于校核各模具零件之间的相互关系，装配图

一般采用 1 : 1 的比例，这样直观性好。

2. 图面布置及绘图内容

如图 1-34 所示，位置①处布置模具结构主视图。

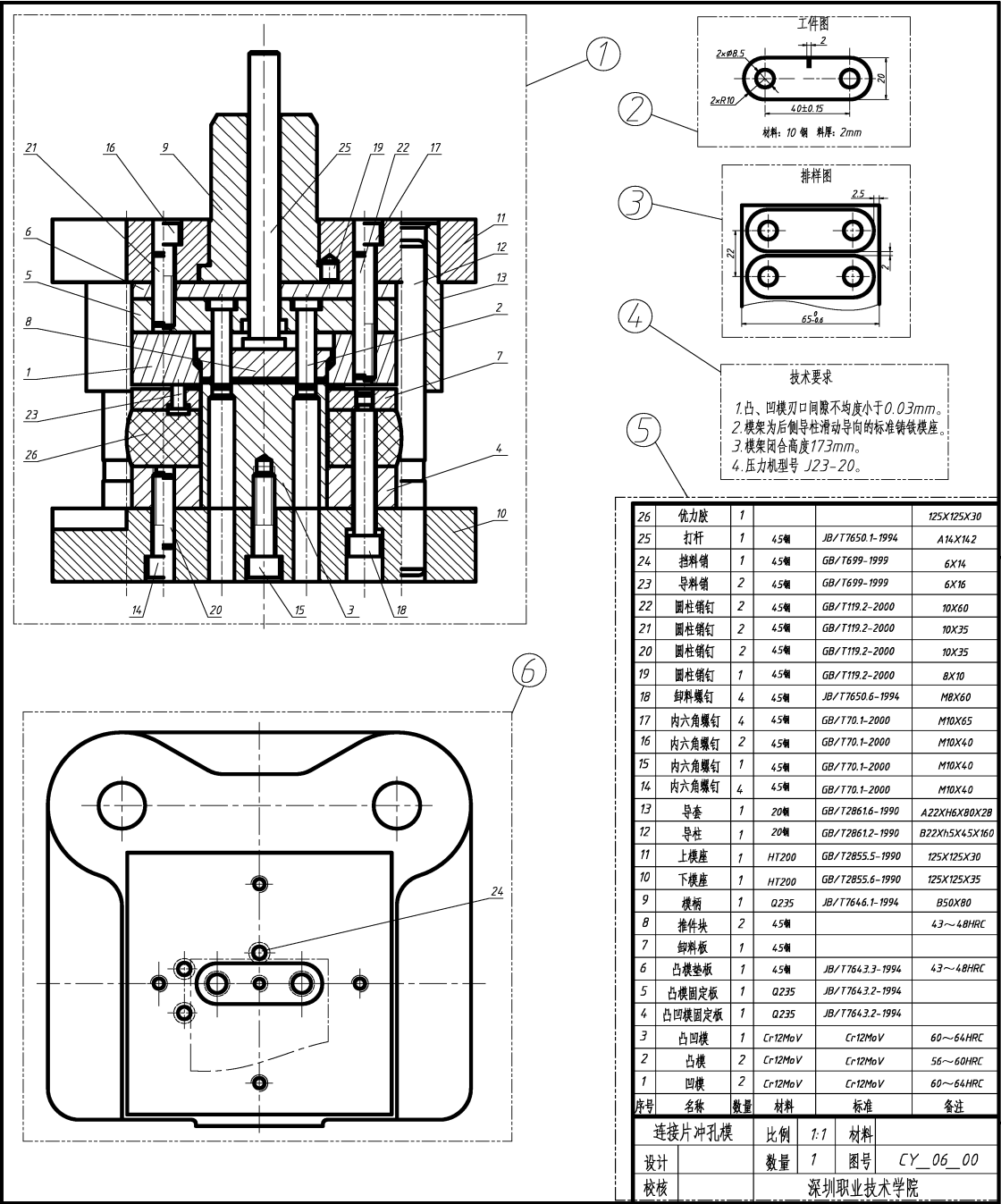


图 1-34 模具装配图

主视图剖面的选择，应重点反映凸模的固定，凸模刃口的形状、模柄与上模座间的安装



关系、凹模的安装关系、凹模的刃口形状、漏料孔的形状、各模板间的安装关系（即螺钉、销钉如何安装）导向系统与模座安装关系（即导柱与下模座，导套与上模座的装配关系）等。

在剖视图中所剖切到的凸模和顶件块等旋转体时，其剖面不画剖面线。有时为了图面结构清晰，非旋转形的凸模也可以不画剖面线。条料或制件轮廓涂黑（涂红），或用双点画线表示。

位置⑥处布置模具结构俯视图。只画下模部分的结构形状，重点反映凹模的刃口形状及下模部分零件的安装情况，如导料板、挡料销、螺钉、销钉等的平面布置情况。

位置②处布置冲压产品图。在冲压产品图的右方或下方标注冲压件的名称、材料及料厚等参数。对于不能在一道工序内完成的产品，装配图上应将该道工序图画出，并且还要标注本道工序有关的尺寸。

位置③处布置排样图。排样图上的送料方向与模具结构图上的送料方向应一致。

位置④处布置技术要求。如模具的闭合高度、标准模架型号、装配要求和所用的冲压设备型号等。

位置⑤处布置明细表及标题栏。

明细表至少应有序号、零件名称、数量、材料、标准代号和备注等栏目。同类零件的数字序号一般应连续编号，以方便统计。备注一栏主要填写热处理要求、外购或外加工等内容，标题栏主要填写模具名称、作图比例及签名等内容。



1.4 任务实施（步骤、方法、内容）

1.4.1 方形接触片单工序落料模设计工作引导文（表 1-22）

表 1-22 方形接触片单工序落料模设计工作引导文

步骤	方法	内容	效果	时间（min）
1	学习教材 1.1 节，观看动画视频，听教师讲解	冲压模具基本组成、工作原理	掌握冲压模具工作原理	10
2	学习教材 1.2 节，听教师讲解设计任务及要求	落料模设计工作任务及要求	明确单工序落料模设计工作任务的内容、要求	10
3	学习教材 1.3.1 节	对接触片零件进行冲压工艺分析	判断接触片零件冲压工艺的合理性	10
4	学习教材 1.3.7 节	模具总体结构初步设计	确定模具总体结构，绘制模具总体结构草图	20
5	学习教材 1.3.2 节	排样设计	绘制接触片零件排样图	20
6	学习教材 1.3.3 节	冲压力计算	计算接触片零件落料总冲压力	20
7	学习教材 1.3.4 节	压力机工作原理及参数选择	初选冲压设备	20
8	学习教材 1.3.6 节	凸、凹模刃口尺寸计算	计算凸、凹模刃口尺寸	40

续表

步骤	方法	内容	效果	时间（min）
9	学习教材 1.3.9 节	异形凹模设计	确定凹模刃口形式、尺寸及凹模轮廓尺寸	20
10	学习教材 1.3.10 节	定位零件设计	确定标准固定挡料销型号、参数，以及导料板、承料板轮廓尺寸	20
11	学习教材 1.3.11 节	卸料、出件方式的选择与零部件设计	确定刚性卸料板轮廓尺寸	20
12	学习教材 1.3.8 节	异形凸模设计	凸模的结构及尺寸	20
13	学习教材 1.3.14 节、1.3.15 节	凸模固定板、凸模垫板设计	确定凸模垫板轮廓尺寸、凸模固定板结构、轮廓尺寸	20
15	学习教材 1.3.12 节	后侧导柱标准模架的选用	确定上模座、下模座、导套、导柱的型号、参数	20
16	学习教材 1.3.13 节	模柄设计	确定压入式标准模柄参数	20
17	学习教材 1.3.16 节	螺钉、销钉参数	螺钉、销钉规格、数量	20
18	学习教材 1.3.12 节	计算模具闭合高度	校核压力机闭合高度与模具闭合高度是否相适应，否则重选压力机	20
19	学习教材 1.3.17 节	零件详细设计	模具零件图绘制	80
20	学习教材 1.3.18 节	模具装配图绘制	模具装配图绘制	40
21		计算说明书整理及图纸整理、归档	计算说明书一份，零件图 7~10 张，装配图 1 张	30
合计				480

1.4.2 方形接触片单工序落料模设计实例

1. 冲压工艺分析及冲压工艺方案的确定

(1) 冲裁工艺分析

① 冲压件的结构形式、尺寸大小。

该零件材料厚度 $t=2\text{mm}<3.2\text{mm}$ ，属薄板冲裁；零件外形为矩形，几何形状简单；外轮廓圆角半径为 $R2$ ，满足表 1-2 的要求，零件外形符合冲裁件外形设计规范。

零件最大尺寸为 20mm，属小型冲件。

② 冲压件的尺寸精度、粗糙度、位置精度。

尺寸 $20^{+0.0}_{-0.084}\text{mm}$ 、 $16^{+0.0}_{-0.07}\text{mm}$ 属 IT10；尺寸 $R2$ 未注公差，按 IT13 确定公差，经查附录 D1 公差表，可确定其尺寸公差为 $R2^{+0.0}_{-0.14}\text{mm}$ 。

该零件最高精度为 IT10，查表 1-12 可知，模具制造精度应为 IT6~IT7 级。

零件图中未标注粗糙度、位置精度。

③ 冲压件的材料性能。

该零件材料为硬质 H62，查附录 A1 可知其抗剪强度 $\tau=412\text{MPa}$ ，具有良好的冲压性能，满足冲压工艺要求。

④ 冲压加工的经济性分析

该零件年产量为 40000 件/年，属于中批量生产，采用冲裁模进行冲压生产，不但能保证



产品的质量,满足生产率要求,还能降低生产成本。

(2) 冲压工艺方案的确定

单工序冲裁模可以采用以下三种方案:

方案一:采用无导向的单工序冲裁模;

方案二:采用导板导向的单工序冲裁模;

方案三:采用导柱导向的单工序冲裁模。

方案一模具结构简单,尺寸小,重量轻,模具制造容易,成本低,但冲模在使用安装时麻烦,需要调试间隙的均匀性,冲裁精度低且模具寿命短。它适合于精度要求低、形状简单、批量小的冲裁件。

方案二精度高,模具使用寿命长,但模具制造较复杂,冲裁时视线不好。

方案三冲裁精度最高,使用寿命长。但与前两种方案相比,成本高。

由于产品批量较大,故采用导柱导向的单工序冲裁模。

采用滑动导向的标准模架,不仅能满足冲压工艺要求降低,缩短模具的制造周期,还能降低成本,所以本实例采用滑动导向的单工序冲裁模。

2. 模具结构形式的确定

① 操作方式选择。根据任务书要求,选择手工送料操作方式。

② 定位方式的选择。此例坯料为条料,故选择导料板、固定挡料销定位方式。

③ 卸料方式的选择。本例中的坯料较厚,所以选择固定板卸料。

以上只做粗略的选择,待工艺计算后,在模具装配图设计时,边修改边做具体的、最后的确定。

④ 模具结构简图绘制。模具结构简图参见图 1-15 所示。

3. 主要工艺设计计算

(1) 排样设计

① 排样方式的确定。由于零件外形为矩形,因此采用直排;其次为增加坯料刚度,零件长边设为料宽方向。查表 1-5,工件间搭边值 $a_1 = 2.0\text{mm}$,侧面搭边 $a = 2.5\text{mm}$ 。

根据条料宽度 $< 50\text{mm}$,材料厚度 $= 2\text{mm}$,查表 1-6,得条料宽度偏差 $\Delta = -0.5\text{mm}$;查表 1-7,得条料与导料板之间的间隙 $C = 0.8\text{mm}$ 。

根据式 (1-1),送料步距为: $S = 16 + 2.0 = 18.0\text{mm}$;

根据式 (1-2),条料宽度为: $B = (20 + 2 \times 2.5 + 0.8)_{-0.5}^0 = 25.8_{-0.5}^0 \text{mm}$ 。

② 材料利用率计算。

根据式 (1-4),一个步距内材料利用率: $\eta = 16 \times 20 / (18.0 \times 25.8) \times 100\% \approx 69\%$

③ 绘制排样图如图 1-35 所示。

(2) 冲压力计算及压力机初选

① 计算冲裁力、推件力,总冲压力计算。由附录 A1 查得材料 H62 (硬) 的抗剪强度为 $\tau = 412\text{MPa}$;

落料尺寸: $L = 68.56\text{mm}$;

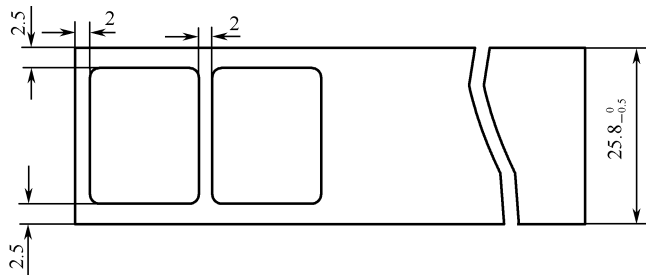


图 1-35 排样图

落料力：由式 (1-6) 计算落料力 $F_{\text{落}}=1.3\pi Lt=1.3\times 412\times 68.56\times 2\approx 73441\text{N}$ ；

推件力：设同时卡在凹模中的工件数为 5（假设凹模刃口高 10mm），由表 1-8 查得推件力系数 $k=0.06$ ，由式 (1-8) 计算推件力 $F_{\text{推}}=5\times 0.06\times 73441\approx 22032\text{N}$ ；

总冲压力：由式 (1-9) 计算总冲压力 $F_{\text{总}}=F_{\text{落}}+F_{\text{推}}=(73441+22032)\text{N}=95473\text{N}$ 。

② 压力机选择。所选压力机的标称压力应大于总冲压力，查附录 B2，初步选择型号为 J23-10 的开式压力机，压力机参数为：

公称压力：100kN；

滑块行程：45mm；

压力机工作台面尺寸：240mm×370mm（前后×左右）；

压力机工作台漏料孔尺寸：130mm×200mm（前后×左右），台孔直径 $\phi 170\text{mm}$ ；

滑块模柄孔尺寸： $\phi 30\text{mm}\times 55\text{mm}$ ；

压力机最大闭合高度：180mm；

连杆调节量：35mm。

(3) 凸、凹模刃口尺寸的计算

① 凸、凹模刃口设计制造方法的选定。

由表 1-10 查得：

$$Z_{\min}=0.30\text{mm} \quad Z_{\max}=0.34\text{mm}$$

$$Z_{\max}-Z_{\min}=0.34-0.30=0.04\text{mm}$$

模具凸模刃口公差按 IT6 级，凹模刃口公差按 IT7 级，查附录 D1 得凸、凹模制造公差如下：

$$\delta_{20\text{凸}}=-0.013\text{mm} \quad \delta_{20\text{凹}}=+0.021\text{mm}$$

$$\delta_{16\text{凸}}=-0.011\text{mm} \quad \delta_{16\text{凹}}=+0.018\text{mm}$$

$$\delta_{\text{R}2\text{凸}}=-0.006\text{mm} \quad \delta_{\text{R}2\text{凹}}=+0.010\text{mm}$$

因为

$$|\delta_{20\text{凹}}|+|\delta_{20\text{凸}}|=0.034\text{mm}<0.04\text{mm}$$

$$|\delta_{16\text{凹}}|+|\delta_{16\text{凸}}|=0.029\text{mm}<0.04\text{mm}$$

$$|\delta_{\text{R}2\text{凹}}|+|\delta_{\text{R}2\text{凸}}|=0.016\text{mm}<0.04\text{mm}$$

故能满足分别加工法的要求，凸、凹模刃口采用分别加工法设计加工。

② 凸、凹模刃口尺寸计算。

因为工件的所有尺寸精度在 IT10~IT13 之间，根据 1.3.6 节介绍，取磨损系数 $x=0.75$ ，根



据式 (1-12)、式 (1-13) 可得:

$$\begin{aligned}
 D_{20\text{凹}} &= (D_{\max} - x\Delta) \begin{smallmatrix} +\delta_{\text{凹}} \\ 0 \end{smallmatrix} = (20 - 0.75 \times 0.084) \begin{smallmatrix} +0.021 \\ 0 \end{smallmatrix} \\
 &= 19.94 \begin{smallmatrix} +0.021 \\ 0 \end{smallmatrix} \\
 D_{16\text{凹}} &= (D_{\max} - x\Delta) \begin{smallmatrix} +\delta_{\text{凹}} \\ 0 \end{smallmatrix} = (16 - 0.75 \times 0.07) \begin{smallmatrix} +0.018 \\ 0 \end{smallmatrix} \\
 &= 15.95 \begin{smallmatrix} +0.018 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ mm} \\
 D_{R2\text{凹}} &= (D_{\max} - x\Delta) \begin{smallmatrix} +\delta_{\text{凹}} \\ 0 \end{smallmatrix} = (2 - 0.75 \times 0.14) \begin{smallmatrix} +0.01 \\ 0 \end{smallmatrix} \\
 &= 1.90 \begin{smallmatrix} +0.01 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ mm} \\
 D_{20\text{凸}} &= (D_{\text{凹}} - Z_{\min}) \begin{smallmatrix} 0 \\ -\delta_{\text{凸}} \end{smallmatrix} = (19.94 - 0.3) \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.013 \end{smallmatrix} \\
 &= 19.64 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.013 \end{smallmatrix} \text{ mm} \\
 D_{16\text{凸}} &= (D_{\text{凹}} - Z_{\min}) \begin{smallmatrix} 0 \\ -\delta_{\text{凸}} \end{smallmatrix} = (15.95 - 0.3) \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.011 \end{smallmatrix} \\
 &= 15.65 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.011 \end{smallmatrix} \text{ mm} \\
 D_{R2\text{凸}} &= (D_{\text{凹}} - Z_{\min}/2) \begin{smallmatrix} 0 \\ -\delta_{\text{凸}} \end{smallmatrix} = (1.90 - 0.3/2) \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.006 \end{smallmatrix} \\
 &= 1.75 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.006 \end{smallmatrix} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

4. 主要零部件的初步设计

(1) 凹模初步设计

① 凹模的刃口形式及尺寸。由于工件精度较高,材料较厚,因此采用图 1-19 (a) 所示的刃口结构, β 取 3° , 刃口高度 h 取 10mm (在计算推件力时已假设为 10mm)。

② 凹模长、宽、高尺寸。

凹模高度 H 按式 (1-18) 计算: $H = k_1 k_2 \sqrt[3]{0.1F} = 1.12 \times 1 \times \sqrt[3]{0.1 \times 73441} \text{ mm} \approx 22 \text{ mm}$

查表 1-14 得凹模壁厚: $C=24\sim 32 \text{ mm}$

垂直于送料方向的尺寸: $B=b+2c=20+2 \times 32=84 \text{ mm}$

送料方向的尺寸: $A=a+2c=16+2 \times 32=80 \text{ mm}$

考虑到模具刃磨并参考附录 F1 标准矩形凹模板尺寸,对以上尺寸适当放大、取整可确定凹模长、宽、高尺寸为: $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ 。

(2) 导料板、承料板与挡料销初步设计

① 导料板。根据板料厚度 $t=2 \text{ mm}$, 查表 1-16, 可确定导料板厚度 $h=6 \text{ mm}$;

根据式 (1-3), 可确定两导料板之间的距离: $A=B+C=25.8+0.8=26.6 \text{ mm}$ 。

根据凹模宽度为 100 mm , 可确定导料板的最大宽度 $B_{\max} = (100 - 26.6) / 2 = 36.7 \text{ mm}$ 。

导料板长度应不小于凹模长度与承料板宽度之和, 查附录 G1, 确定导料板长度 $L=120 \text{ mm}$ 。

综上所述, 导料板型号为: 导料板 $120 \times 36.7 \times 6 \text{ JB/T } 7648.5$ 。

② 承料板查附录 G2, 可确定承料板型号为: 承料板 $100 \times 20 \text{ JB/T } 7648.5$ 。

③ 挡料销。小型冲模采用 A 型固定挡料销, 根据板料厚度 $t=2 \text{ mm}$, 查表 1-16 可确定固定挡料销高度 $h=3 \text{ mm}$, 查附录 H1 可确定挡料销型号为: A10 JB/T 7649.10。

(3) 固定卸料板初步设计

根据坯料厚度 $t=2 \text{ mm}$ 查表 1-17, 可确定固定卸料板厚度 $h=8 \text{ mm}$ 。根据 1.3.11 节介绍, 凸模与卸料板的单边间隙 C 取 0.45 mm 。



(4) 凸模固定板和凸模垫板初步设计

根据 1.3.14 节介绍, 凸模固定板厚度取凹模厚度的 0.6~0.8 倍, 即 $H=15\sim 20\text{mm}$, 查附录 F1, 选取标准凸模固定板厚度为 $H=16\text{mm}$ 。

根据 1.3.15 节, 凸模垫板为 3~16mm, 查附录 F1, 选取标准凸模垫板厚度为 $H=8\text{mm}$ 。

(5) 凸模长度初步设计

根据式 (1-17) 可确定凸模长度: $L=h_1+h_2+h_3+h=16+18+6+20=50\text{mm}$ 。

参考附录 E1 标准凸模长度, 将凸模长度适当放大, 取为 60mm。

(6) 标准模座选取

根据凹模周界尺寸, 可确定模座 $L\times B$ 为 $100\text{mm}\times 100\text{mm}$;

根据模座厚度为凹模厚度的 1~1.5 倍, 可确定模座厚度为 25~37.5mm;

查附录 M1, 选取材料为铸铁, 滑动导向, 凹模周界为 $L=100\text{mm}$ 、 $B=100\text{mm}$, 下模厚度 $H=35\text{mm}$, 上模厚度 $H=30\text{mm}$ 的后侧导柱模架。

(7) 合模高度计算及模具的闭合高度校核

根据式 (1-19) 可确定合模高度: $H=30+35+8+60+25-1=157\text{mm}$ 。

因为压力机最大闭合高度为 180mm, 连杆调节量为 35mm, 因此所选压力机满足模具闭合高度要求。

(8) 导柱导套的选取

根据式 (1-21) 可确定导柱长度: $L=157-(2\sim 3)-(10\sim 15)=139\sim 145\text{mm}$ 。

查附录 M3 和附录 M4, 选取的导柱、导套型号为:

导柱 A20H5 \times 140 GB/T 2861.1;

导套 A20H6 \times 65 \times 23。

(9) 模柄的选取

根据式 (1-23) 及压力机滑块模柄孔尺寸 ($\phi 30\text{mm}\times 50\text{mm}$), 查附录 N1 可确定压入式标准模柄型号为: 模柄 A30 \times 75 JB/T 7646.1。

(10) 螺钉、销钉的选取

根据模板厚度及轮廓尺寸, 查表 1-19 可确定螺钉及销钉的个数及直径, 根据图 1-33 可确定螺钉、销钉的长度。

凸模固定板固定: 螺钉 4-M8 \times 40, 销钉 2- $\phi 8\times 40\text{mm}$ 。

凹模固定: 螺钉 4-M8 \times 40, 销钉 2- $\phi 8\times 40\text{mm}$ 。

固定卸料板及导料板固定: 螺钉 4-M8 \times 30, 销钉 4- $\phi 8\times 30\text{mm}$ 。

承料板固定螺钉: Z-M8 \times 1。

5. 主要零部件的详细设计

(1) 凹模的详细设计

① 凹模的外形尺寸、刃口尺寸及公差按初步设计阶段的设计计算结果, 表面粗糙度可查附录 D4 确定, 凹模材料及热处理要求查附录 A3 确定。

② 凹模与下模座连接的螺钉孔及销孔。根据表 1-20, 可确定送料方向螺孔间距为 56mm, 与送料方向垂直方向的螺孔间距为 60mm。查附录 D2, 可确定 $\phi 8$ 销孔的配合公差为 H7/n6,



查附录 D3, 可确定销孔尺寸公差 $\phi 8^{+0.015}_0$, 销孔布置在送料方向两螺孔之间。

③ 导料板、固定卸料板固定用的螺钉孔及销孔。送料方向螺孔间距为 80mm, 与送料方向垂直方向的螺孔间距为 60mm; $\phi 8^{+0.015}_0$ 销孔布置在送料方向两螺孔之间, 销孔间距 28mm。

④ 固定挡料销孔。根据固定挡料销的规格确定固定挡料销孔为 $\phi 4$ mm 通孔; 查附录 D2, 可确定固定挡料销孔的配合公差为 H7/n6, 查附录 D3, 可确定固定挡料销孔尺寸公差为 $\phi 4^{+0.012}_0$; 根据两工件间的搭边值 (2mm) 及固定挡料销直径 ($\phi 10$) 确定挡料销孔中心到凹模刃口边缘的距离为 7mm。

凹模零件图见附图 CY_01_01。

(2) 导料板、承料板与挡料销的详细设计

① 导料板。初步设计阶段已确定了导料板的规格, 本阶段的设计可按附录 G1 确定导料板的其他结构尺寸、材料及热处理要求。按凹模顶面的开孔尺寸及位置确定导料板的开孔尺寸及位置。

导料板零件图见附图 CY_01_06 (由于导料板两面加工精度一样, 所以前后导料板可互换)。

② 承料板。根据导料板尺寸及附录 G2 可确定承料板的开孔尺寸及位置、材料及热处理要求。

承料板零件图见附图 CY_01_07。

③ 挡料销。根据附录 H1 可确定挡料销的结构尺寸、材料及热处理要求。

挡料销零件图见附图 CY_01_08。

(3) 固定卸料板的详细设计

固定卸料板结构参数可参考图 1-27 选取。根据凹模顶面开孔位置及尺寸、图 1-33 及表 1-29 确定卸料板开孔位置及尺寸。材料及热处理要求查附录 A4 确定。

固定卸料板零件图见附图 CY_01_05。

(4) 下模座的详细设计

下模座属标准件, 轮廓尺寸见附录 M1, 详细设计阶段只需按凹模底面开孔位置布置螺钉通孔、销钉孔、漏料孔的位置及尺寸。

下模座零件图见附图 CY_01_11。

(5) 凸模、凸模固定板、凸模垫板的详细设计

① 凸模。参照图 1-12 进行凸模结构设计。刃口尺寸及公差按初步设计阶段的设计计算结果, 表面粗糙度可查附录 D4 确定, 凸模材料及热处理要求查附录 A3 确定。

② 凸模固定板。参照图 1-16 进行凸模固定板结构设计, 根据表 1-20 布置凸模固定板的螺钉孔及销孔, M8 的螺钉孔距为 70mm, 对称布置。 $\phi 8$ 销孔布置在 Y 轴上, 孔距 70mm。

查附录 D4, 可确定凸模固定板与凸模按 H7/m6 配合, 查附录 D3 可确定配合部分尺寸公差。材料及热处理要求根据附录 F1 确定。

③ 凸模垫板。凸模垫板上的螺钉通孔、销钉孔的位置、尺寸应与凸模固定板上的螺钉孔、销钉孔相对应, 材料及热处理要求根据附录 F1 确定。

凸模零件见图 CY_01_02, 凸模固定板零件见图 CY_01_03, 凸模垫板零件 CY_01_04。



(6) 模柄的详细设计

模柄属标准件，结构、尺寸、材料及热处理要求见附录 N1。

模柄一般需自行加工，模柄零件见图 CY_01_9。

(7) 上模座的详细设计

上模座属标准件，轮廓尺寸见附录 M2，详细设计阶段只需按凸模固定板开孔位置布置螺钉通孔、销钉孔、模柄安装孔的位置及尺寸。

上模座零件见图 CY_01_10。

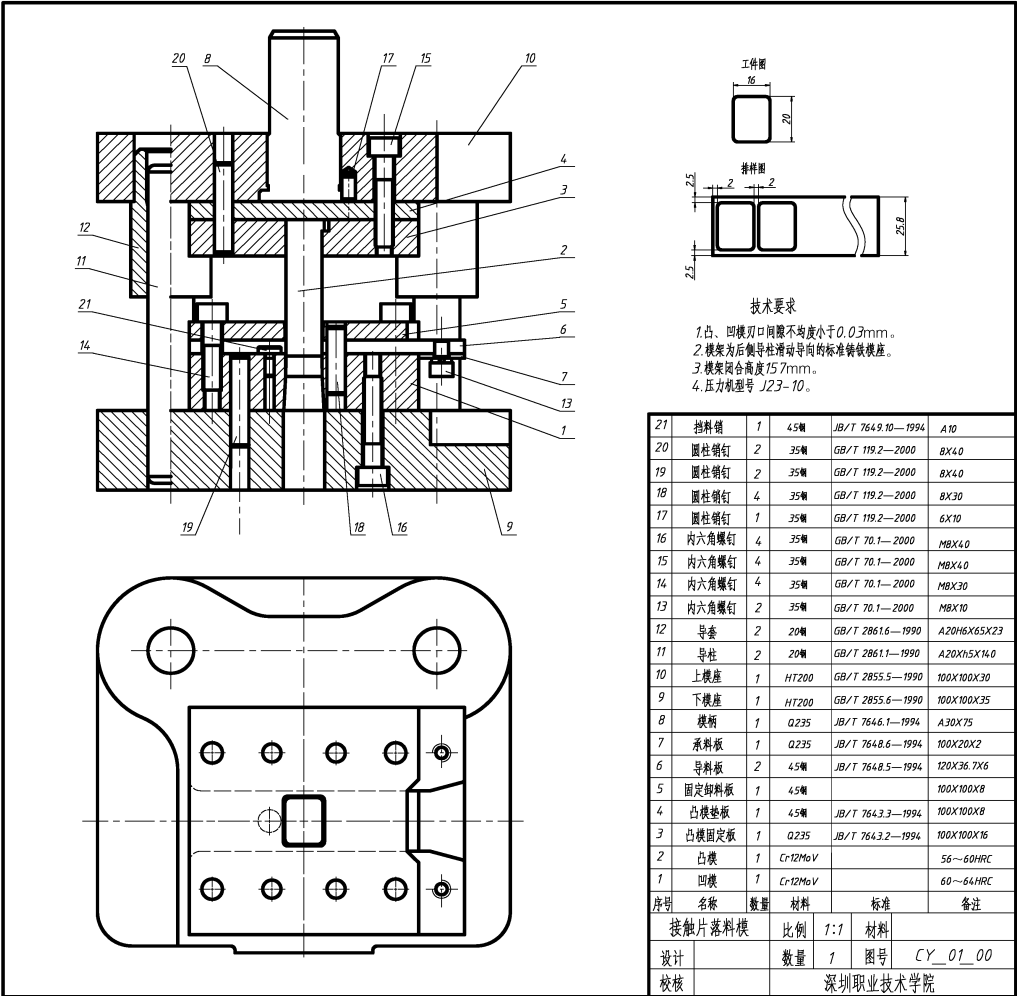
(8) 导柱、导套的详细设计

导柱、导套属标准件，结构及尺寸见附录 M5、M6。导柱、导套一般与标准模架配套供应，不需要二次加工，不需要出零件图。

(9) 装配图的详细设计

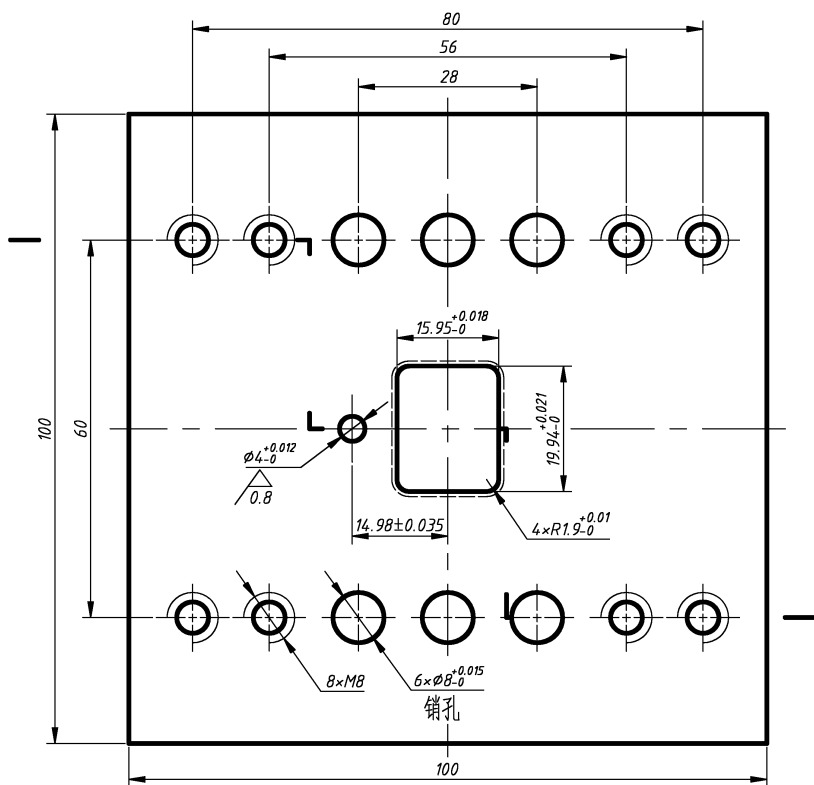
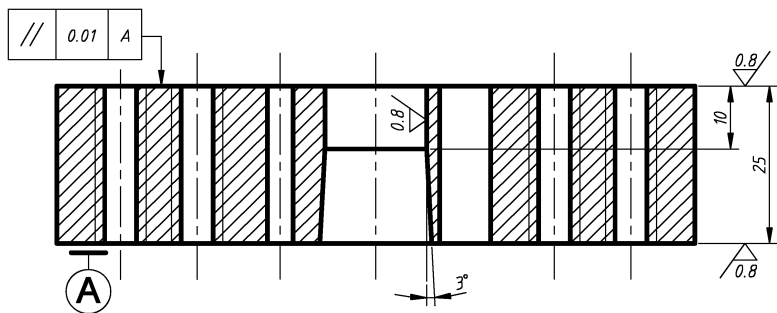
根据详细设计阶段确定的零部件结构参数绘制模具装配图，在绘制过程中要注意检查各个零件的配合尺寸是否正确，发现问题，应重新修改零件图。

模具装配图见图 CY_01_00。





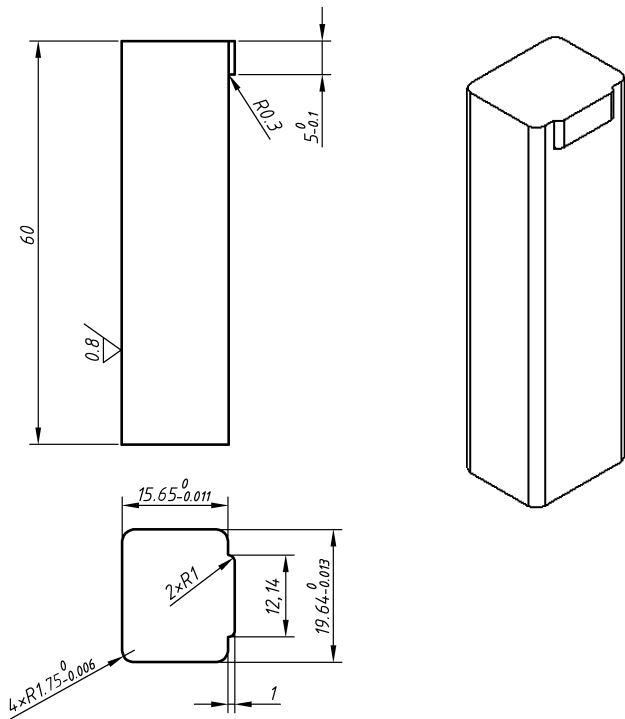
其余 $\sqrt[6.3]{}$



技术要求

热处理: 60~62HRC。

凹模	比例	1:1	材料	Cr12MoV
设计	数量	1	图号	CY_01_01
校核	深圳职业技术学院			

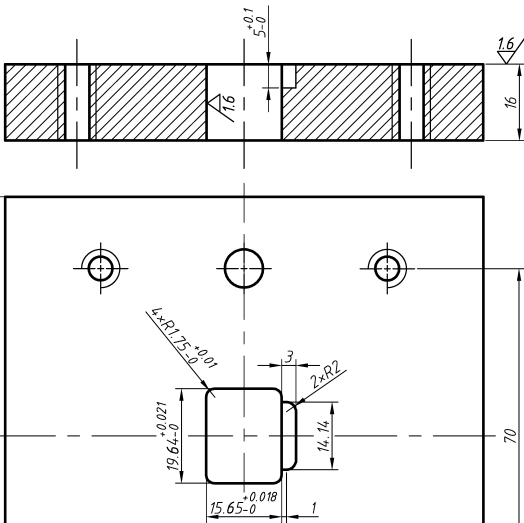


其余 $\sqrt[6.3]{}$

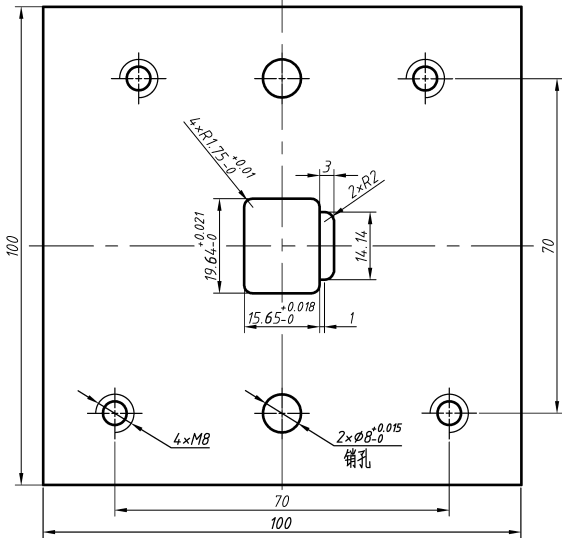
技术要求

热处理：58~60HRC。

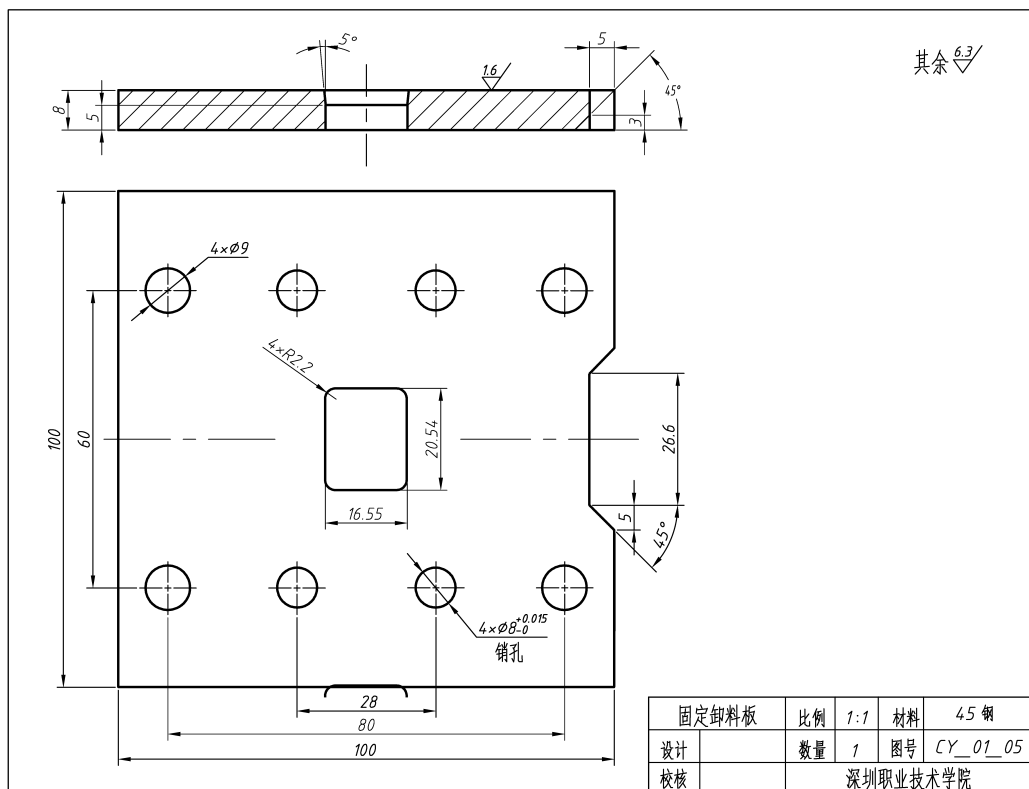
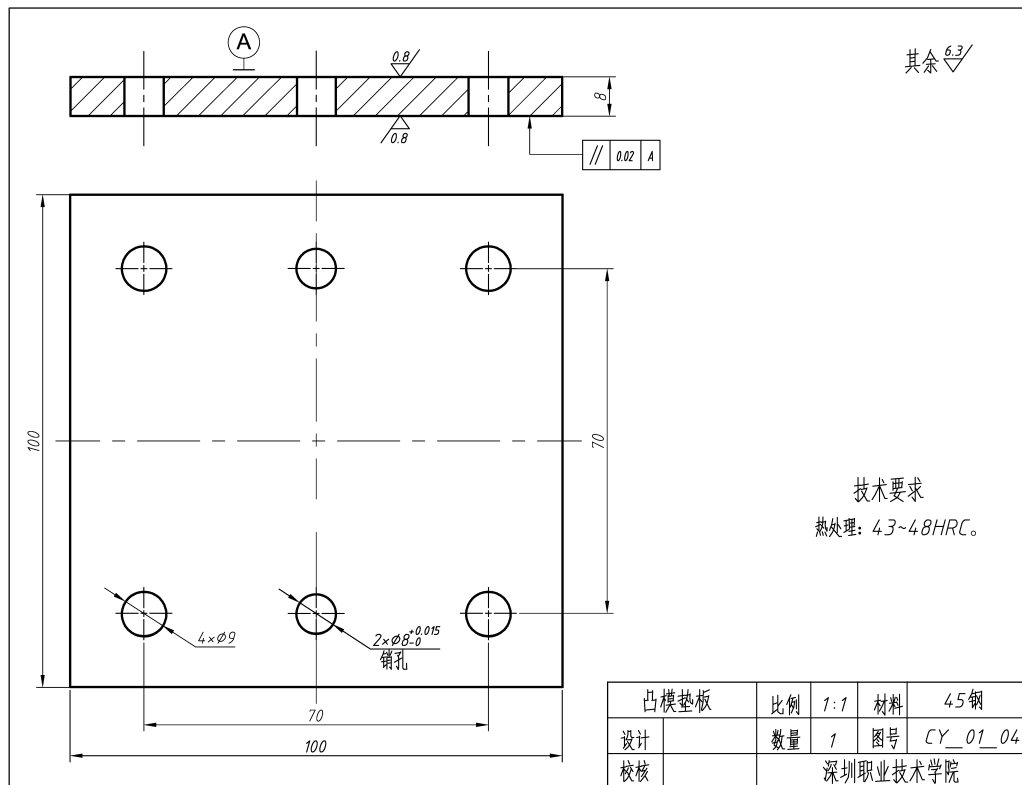
凸模	比例 1:1	材料 Cr12MoV
设计	数量 1	图号 CY_01_02
校核	深圳职业技术学院	

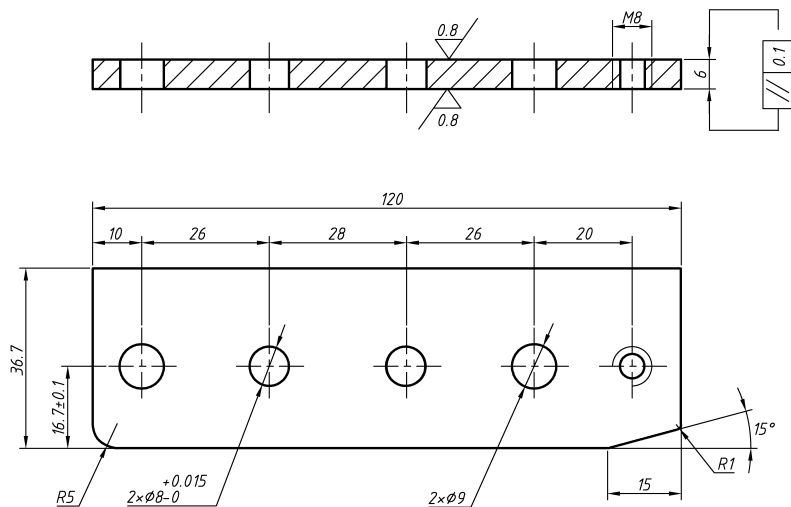


其余 $\sqrt[6.3]{}$

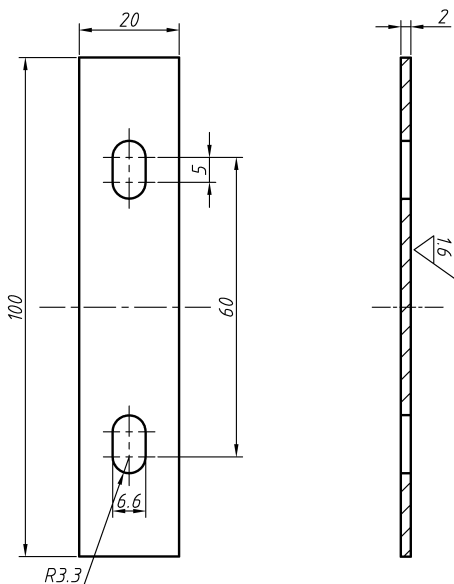


凸模固定板	比例 1:1	材料 Q235
设计	数量 1	图号 CY_01_03
校核	深圳职业技术学院	

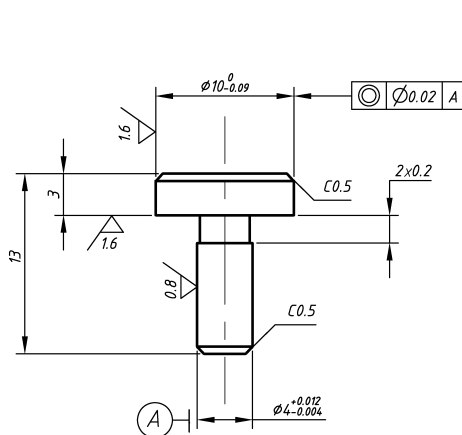


其余 $\sqrt{6.3}$ 

导料板	比例	1:1	材料	45 钢
设计	数量	2	图号	CY_01_06
校核	深圳职业技术学院			

其余 $\sqrt{6.3}$ 

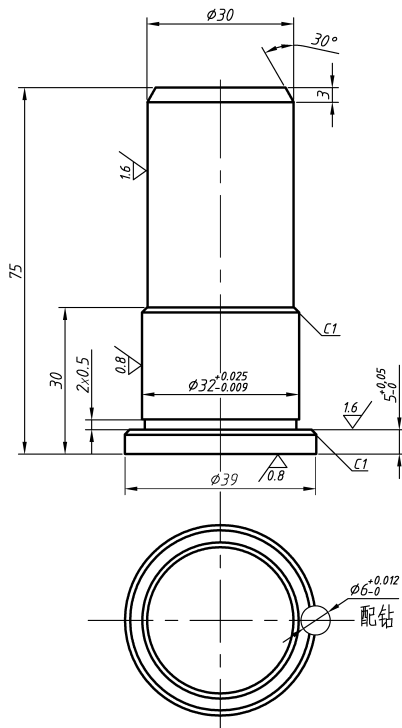
承料板	比例	1:1	材料	Q235
设计	数量	1	图号	CY_01_07
校核	深圳职业技术学院			



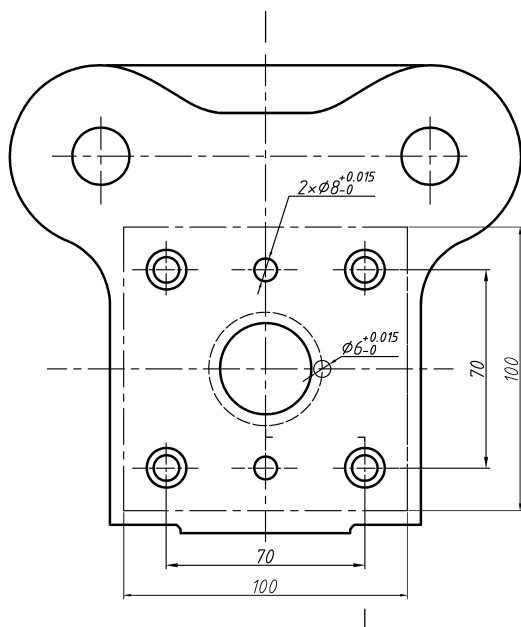
技术要求

热处理: 43~48HRC。

挡料销	比例	1:1	材料	45 钢
设计	数量	1	图号	CY_01_08
校核	深圳职业技术学院			



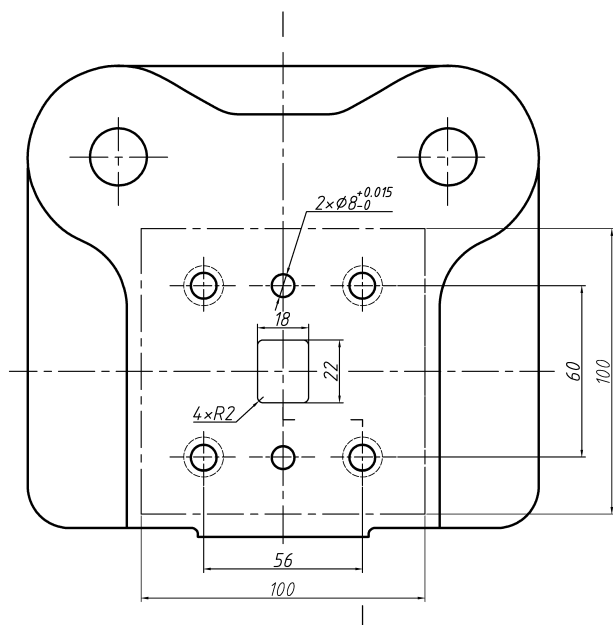
模柄	比例	1:1	材料	Q235
设计	数量	1	图号	CY_01_09
校核	深圳职业技术学院			

其余 $\frac{6.3}{\sqrt{\quad}}$ 

技术要求

1. 上模座 100×100×30 GB/T 2855.5;
2. 技术条件: 按 JB/T 8070—1995 的规定。

上模座	比例	1:1	材料	HT200
设计	数量	1	图号	CY_01_10
校核	深圳职业技术学院			

其余 $\frac{6.3}{\sqrt{\quad}}$ 

技术要求

1. 下模座 100×100×40 GB/T 2855.6;
2. 技术条件: 按 JB/T 8070—1995 的规定。

下模座	比例	1:1	材料	HT200
设计	数量	1	图号	CY_01_11
校核	深圳职业技术学院			



1.5 总结与回顾

本项目是设计一副单工序落料模，涉及冲裁工艺性分析与工艺方案制定、冲裁间隙的确定、刃口尺寸计算原则和方法、排样设计、冲裁力与压力中心计算、冲压设备的选择、冲裁模典型结构、零部件设计及模具标准的应用等。

学习的重点应放在掌握冲裁模设计方法与步骤，以及对冲压标准、规范的理解与运用上。还要注意应用前导课程如机械制图、机械制造基础、机械设计基础的知识。



1.6 拓展知识

1.6.1 复杂外形零件的排样方法

应根据零件的形状、大小灵活应采用不同的排样方法，复杂外形零件的排样方法见表 1-23。

表 1-23 复杂外形零件排样方法

排样形式	有废料排样	少废料及无废料排样	适用产品形状
斜排			L 形或其他复杂外形制件，这些制件直排时废料较多
对排			T、U、E 形制件，这些制件直排或斜排时废料较多
混合排样			材料及厚度均相同的不同制件，适于大批量生产
多排			大批量生产中轮廓尺寸较小的制件
冲裁搭边			大批量生产中小而窄的制件

1.6.2 复杂外形零件模具压力中心的确定

1. 圆弧线段压力中心的位置

冲裁如图 1-36 所示的圆弧线段时，其压力中心的位置，按式（1-24）计算

$$y = 180R \sin \alpha / \pi \alpha = Rs / b$$

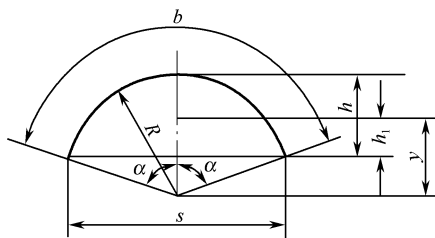


图 1-36 圆弧线段压力中心

2. 复杂形状零件模具压力中心

如图 1-37 所示, 复杂形状零件模具压力中心的计算步骤如下:

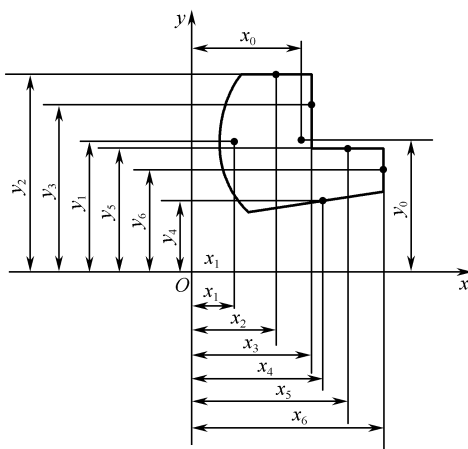


图 1-37 复杂冲裁件压力中心

- (1) 在适当位置画出坐标轴 x , y 。
- (2) 将组成图形的轮廓划分为若干段, 求出各段长度 L_1 、 L_2 、 L_3 、 \dots 、 L_n 。
- (3) 确定各段重心坐标 x_1 、 x_2 、 x_3 、 \dots 、 x_n 和 y_1 、 y_2 、 y_3 、 \dots 、 y_n 。
- (4) 按式 (1-25) 和式 (1-26) 计算出模具压力中心坐标 (x_0 、 y_0)

$$x_0 = \frac{L_1 x_1 + L_2 x_2 + \dots + L_n x_n}{L_1 + L_2 + \dots + L_n} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i x_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (1-25)$$

$$y_0 = \frac{L_1 y_1 + L_2 y_2 + \dots + L_n y_n}{L_1 + L_2 + \dots + L_n} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i y_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (1-26)$$



1.6.3 模架类型

模架按材料分类，一类是钢模架，主要用于高速冲裁；一类是铸铁模架，主要用于普通冲裁。

按导向型式分，一类是滚动导向模架（如图 1-38 所示）；一类是滑动导向模架（如图 1-39 所示）。滚动导柱、导套通过滚珠保持无间隙相对运动，具有精度高、寿命长的特点，但加工复杂，装配困难，适用于高速、精密冲模及多工位级进模。滑动导柱、导套虽然导向精度不及滚动导柱、导套，但价格便宜，加工方便，容易装配，在模具行业中获得广泛应用。

按导柱导套的布置形式可分为对角导柱模架（如图 1-38（a）、图 1-39（a）所示）、中间导柱模架（如图 1-38（b）、图 1-39（d）所示）、四角导柱模架（如图 1-38（c）、图 1-39（f）所示）、后侧导柱模架（如图 1-38（d）、图 1-39（b）、图 1-39（c）所示）4 种结构形式。

对角导柱模架、中间导柱模架、四角导柱模架的共同特点是，导向装置安装在模具的对称线上，滑动平稳，导向准确可靠，所以要求导向精确可靠时都采用这 3 种结构形式。

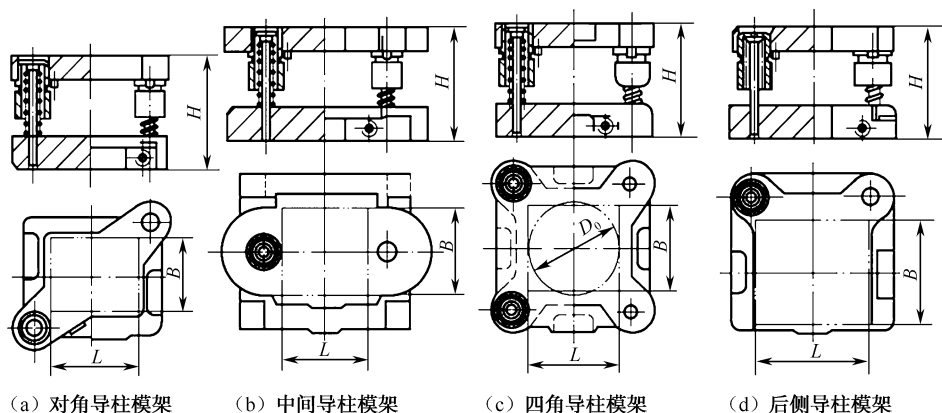


图 1-38 滚动导向模架

后侧导柱模架的特点是导向装置在后侧，横向和纵向送料都比较方便，但假如有偏心载荷，压力机导向又不精确，就会造成上模歪斜，导向装置和凸、凹模都容易磨损，从而影响模具寿命，此模架一般用于较小的冲模。

对角导柱模架上、下模座，其工作平面的横向尺寸 L 一般大于纵向尺寸 B ，常用于横向送料的级进模和纵向送料的单工序模或复合模。

中间导柱模架只能纵向送料，一般用于单工序模或复合模。

四角导柱模架常用于精度要求较高或尺寸较大冲件的生产及大批量生产。

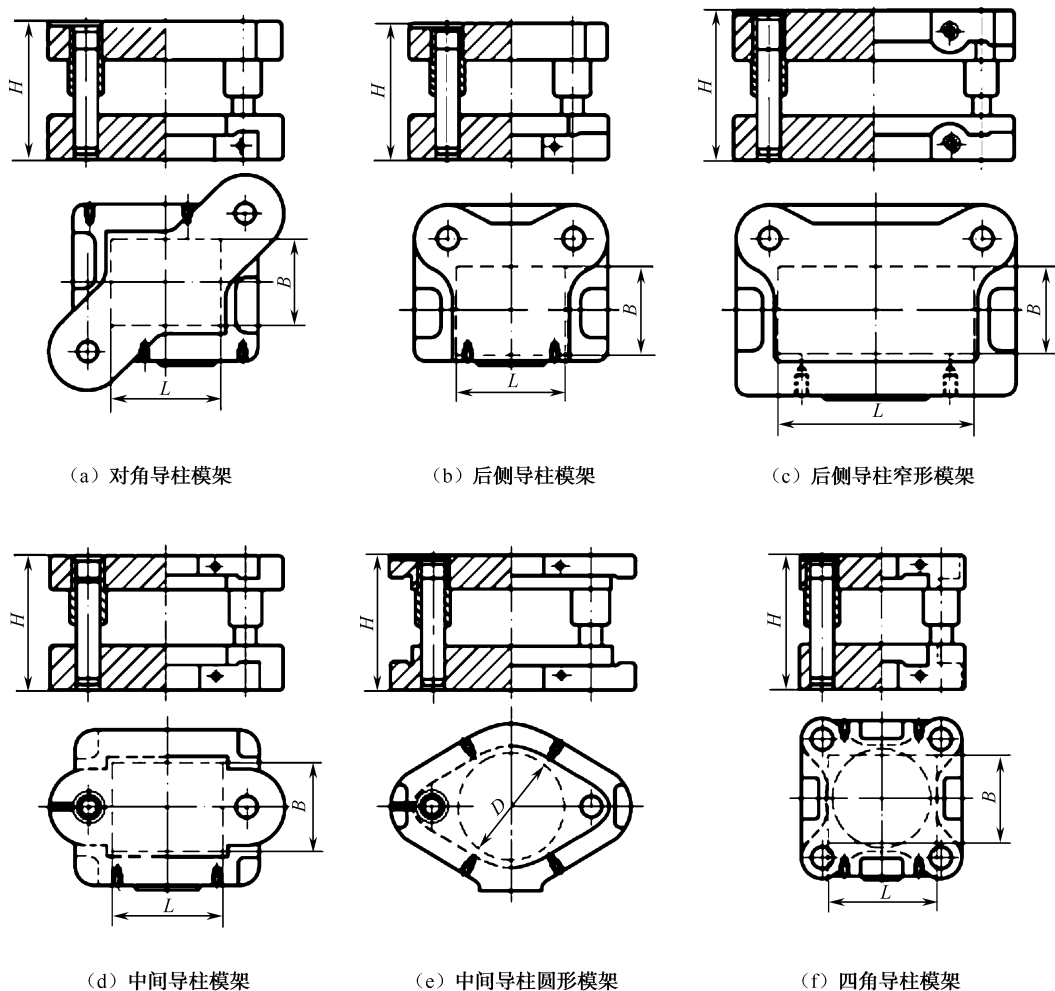


图 1-39 滑动导向模架



1.7 复习思考题

1. 对于复杂形状零件，如何计算冲压力及压力中心？
2. 什么形状的零件才可用分别加工法计算凸、凹模刃口尺寸？
3. 单工序落料模设计分为哪些步骤？



1.8 技能训练

深圳职业技术学院

shenzhen polytechnic

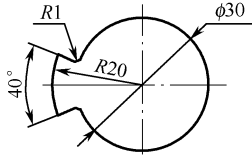
实训(验)项目单

Training Item

编制部门 Dept.: 模具设计制造实训室

编制 Name: 匡和碧

编制日期 Date: 2008-12

项目编号 Item No.	CY01	项目名称 Item	接触片单工序落料 模设计	训练对象 Class	三年制	学时 Time	8
课程名称 Course	冲压模具设计		教材 Textbook	冲压模具设计			
目的 Objective	通过本项目的实训掌握单工序落料模设计方法及步骤						
实训（验）内容（Content）							
接触片单工序落料模设计							
1. 图样及技术要求	<p>零件名称：接触片</p> <p>材料：08 钢，厚度 2.5mm</p> <p>生产批量：40000 件/年</p> <p>零件简图：如图 CY_LX_01 所示</p> <p>未注公差：IT13</p> <div></div> <p>CY_LX_01</p>						
2. 生产工作要求	手工送料，大批量，毛刺不大于 0.12mm						
3. 任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~8 张（采用 AutoCAD）						
4. 完成任务的思路	为了使本任务顺利完成，应按照“接触片单工序落料模设计工作引导文”的提示，进行模具设计工作，在设计过程中掌握单工序落料模设计相关知识与技能						

项目二 冲孔模设计

项目名称：连接片单工序冲孔模设计



学习目标

1. 能够对冲孔制件进行冲裁工艺分析；
2. 能够对冲孔工艺进行冲压力计算；
3. 能够用分别加工法计算冲孔模凸、凹模刃口尺寸；
4. 能够设计单工序冲孔模的总体结构；
5. 能够设计或选用标准圆形凸、凹模零件；
6. 能够设计工序件定位零件；
7. 能够设计弹性卸料装置。



技能（知识）点

1. 冲裁件的内形（孔）结构工艺性设计；
2. 几何形状对称的冲孔件冲压力及压力中心的计算；
3. 分别加工法计算冲孔模凸、凹模刃口尺寸；
4. 单工序冲孔模的总体结构设计；
5. 冲孔模工作零件设计；
6. 工序件定位零件设计；
7. 弹性卸料装置设计。



2.1 引导案例

图 2-1 是日常生活中常见的产品，(a) 是连接片，(b) 是钢垫圈，(c) 是仪表盘面板，(d) 是皮具装饰牌，这些产品的孔都可通过冲孔工艺生产出来。



(a) (b) (c) (d)

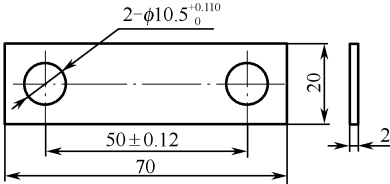
图 2-1 冲孔产品



2.2 任务分析

如表 2-1 所示，本项目是设计一套单工序冲孔模，要求编写计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~10 张（采用 AutoCAD 绘制）。

表 2-1 连接片单工序冲孔模设计工作任务书

班级： 姓名： 学号：	
名称	图样及技术要求
工作对象（如零件）	<div>1. 零件名称：连接片；</div> <div>2. 材料：H62，厚度 2mm；</div> <div>3. 生产批量：40000 件/年；</div> <div>4. 零件简图见图 CY-02。</div> <div></div> <div>材料：H62 料厚：2mm</div> <div>图 CY-02</div>
生产工作要求	手工送料，大批量，工件平直，毛刺不大于 0.12mm
任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~10 张（采用 AutoCAD 绘制）
完成任务的思路	为了能使本项目顺利完成，应参照表 2-13 “连接片单工序冲孔模设计工作引导文” 的提示，进行模具设计工作，在设计过程中掌握相关的知识技能



2.3 相关知识

2.3.1 冲裁件内形（孔）结构工艺设计规范

1. 冲裁件的内形（孔）结构和尺寸

（1）冲孔时，孔径不宜过小，其最小孔尺寸见表 2-2。

表 2-2 自由凸模冲孔的最小尺寸

材料 (厚度为 t)				
硬钢	$d \geq 1.3t$	$a \geq 1.2t$	$a \geq 0.9t$	$a \geq 1.0t$
软钢及黄铜	$d \geq 1.0t$	$a \geq 0.9t$	$a \geq 0.7t$	$a \geq 0.8t$
铝、锌	$d \geq 0.8t$	$a \geq 0.7t$	$a \geq 0.5t$	$a \geq 0.6t$

（2）孔与孔之间，孔与边缘之间的距离不应过小，其许可值如图 2-2 所示。

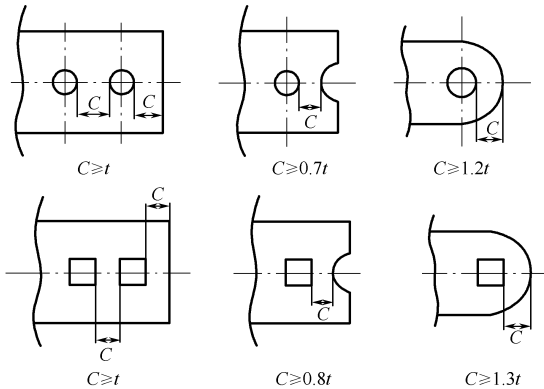


图 2-2 孔边距

2. 冲孔件精度

（1）一般要求冲孔件精度最好低于 IT9 级，公差值参见表 2-3。

表 2-3 冲裁件内孔尺寸公差 (mm)

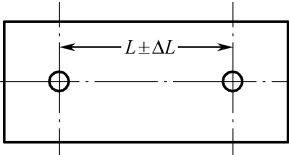
冲模形式	材料厚度 零件尺寸	0.2~0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0~6.0
普通冲裁模	<10	0.05	0.08	0.10	0.012	0.15
	10~50	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20
	50~150	0.12	0.12	0.16	0.20	0.25
	150~300	0.20	0.30	0.50	0.70	1.00

注：普通冲裁模工作部分零件按 IT8 级精度制造。



(2) 两孔之间中心距公差值参见表 2-4。

表 2-4 同时冲出两孔之间中心距公差

冲模形式	材料厚度（mm） 孔中心距尺寸（mm）	≤1	1~2	2~4	4~6	
		公差（mm）				
一般精度	≤50	±0.10	±0.12	±0.15	±0.20	
	50~150	±0.15	±0.20	±0.25	±0.30	
	150~300	±0.20	±0.30	±0.35	±0.40	
较高精度	≤50	±0.03	±0.04	±0.06	±0.08	
	50~150	±0.05	±0.06	±0.08	±0.10	
	150~300	±0.080	±0.1	±0.12	±0.15	

注：一般精度指模具工作部分达 IT8，较高精度时指模具工作部分达 IT7 以上。

2.3.2 弹性卸料、下出件方式冲压力计算规范

1. 弹性卸料力 F_X 用以下经验公式计算

$$F_X = K_X \cdot F \tag{2-1}$$

式中 F ——冲裁力；见式 (1-6)

K_X ——卸料力系数； K_X 由表 2-5 查取。当冲裁件形状复杂、冲裁间隙较小、润滑较差、材料强度高时，应取较大值；反之，则应取较小值。

表 2-5 卸料力系数

材料种类及厚度 (mm)		K_X
钢	≤0.1	0.065~0.075
	>0.1~0.5	0.045~0.055
	>0.5~0.25	0.04~0.05
	>2.5~6.5	0.03~0.04
	>6.5	0.02~0.03
铝、铝合金		0.025~0.08
紫铜、黄铜		0.02~0.06

2. 总冲压力

采用弹性卸料装置和下出件方式的总冲压力为

$$F_Z = F + F_T + F_X \tag{2-2}$$

式中 F_Z ——总冲压力;
 F ——冲裁力;
 F_X ——卸料力;
 F_T ——推件力, 见式 (1-8)。

2.3.3 圆形、方形冲孔模的凸、凹刃口尺寸计算规范

圆形、方形冲孔模的凸、凹刃口尺寸使用分别加工法计算。

(1) 冲孔凸模刃口尺寸为

$$d_p = (d_{\min} + x\Delta) \begin{smallmatrix} +0 \\ -\delta_p \end{smallmatrix} \quad (2-3)$$

(2) 冲孔凹模刃口尺寸为

$$d_d = (d_p + Z_{\min}) \begin{smallmatrix} +\delta_d \\ 0 \end{smallmatrix} = (d_{\min} + x\Delta + Z_{\min}) \begin{smallmatrix} +\delta_d \\ 0 \end{smallmatrix} \quad (2-4)$$

(3) 两凸模(凹模)中心距为

$$L_d = L \pm \Delta/8 \quad (2-5)$$

式中 d_d ——冲孔凹模基本尺寸(mm);
 d_p ——冲孔凸模基本尺寸(mm);
 d_{\min} ——制作孔的最小极限尺寸(mm);
 L_d ——凸模中心(凹模孔心)距基本尺寸(mm);
 L ——制件孔心距基本尺寸(mm);
 Z_{\min} 、 δ_p 、 δ_d 、 x 、 Δ ——见 1.3.6 节。

(4) 冲模的制造公差与冲裁间隙应满足式 (1-14)~式 (1-16)。

2.3.4 单工序冲孔模的总体结构设计规范

单工序冲孔模的典型结构如图 2-3 所示, 制件上的两个孔一次全部冲出。

工作时, 定位板 7 对坯料进行外形定位, 压力机滑块带动上模部分向下运动, 弹压卸料板 6 首先由将坯料压住。上模部分继续向下运动, 在上模运动到接近最低位置时, 坯料被凸模 2、凹模 1 冲剪, 废料与坯料分离, 并被凸模 2 推出凹模 1, 此时压力机滑块刚好在下止点, 冲孔过程完成。

上模回程时, 弹性卸料装置将工件从凸模 2 上卸下。弹性卸料装置由弹压卸料板 6、弹簧 23、卸料螺钉 18 组成, 除卸料作用外, 弹性卸料装置还可保证冲孔零件的平整, 提高零件的质量。

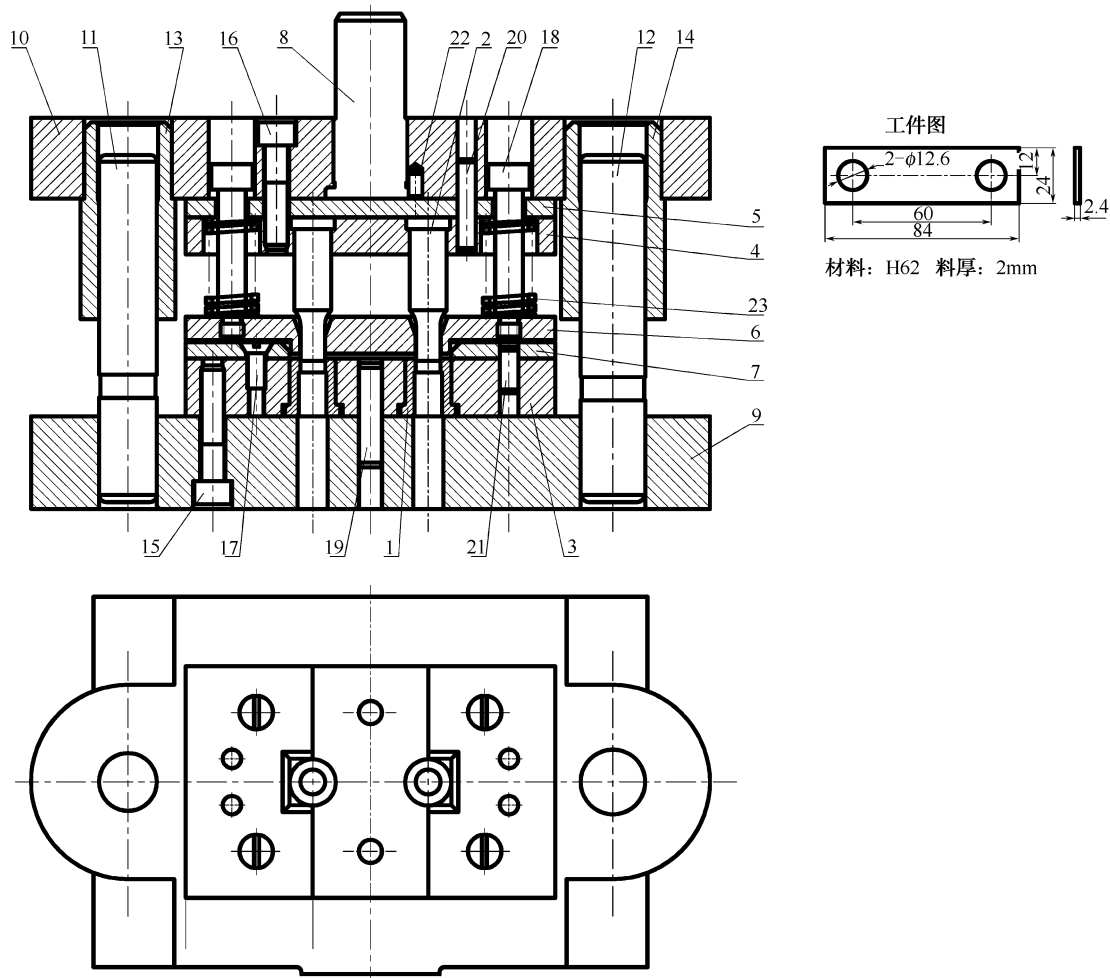


图 2-3 单工序冲孔模

1—凹模；2—凸模；3—凹固定板；4—凸模固定板；5—凸模垫板；6—弹压卸料板；7—定位板；8—模柄；9—下模座；
10—上模座；11、12—导柱；13、14—导套；15、16、17—螺钉；18—卸料螺钉；19、20、21、22—销钉；23—弹簧

2.3.5 圆形凸模设计规范

1. 圆凸模结构

圆凸模结构已标准化，分 A 型和 B 型两种，A 型凸模多用于刃口直径 $D < 3\text{mm}$ 情形。设计时可查附录 E1、E2 选购，也可按图 2-4、表 2-6 的规定进行设计，相关模板的尺寸见表 2-7。

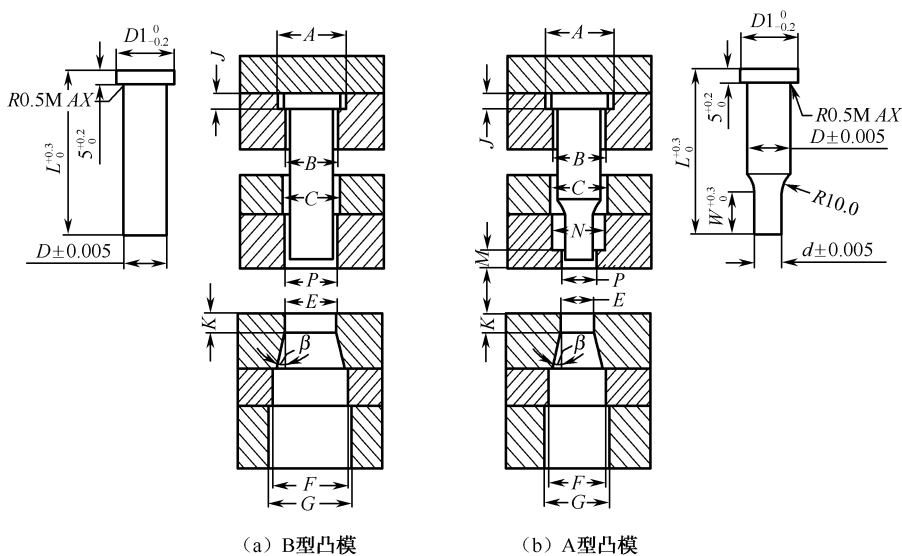


图 2-4 圆凸模结构及尺寸

表 2-6 标准圆凸模规格

凸模类型	B 型凸模					A 型凸模			
凸模尺寸	$d=\phi 3.5$	$d=\phi 4$	$d=\phi 5$	$d=\phi 6$	$d\geq\phi 8$	$d<\phi 4$	$\phi 4<d<\phi 5$	$\phi 5<d<\phi 6$	$\phi 6<d<\phi 8$
D	$\phi 3.5$	$\phi 4$	$\phi 5$	$\phi 6$	d	$\phi 4$	$\phi 5$	$\phi 6$	$\phi 8$
d						d	d	d	d
D_1	$\phi 6$	$\phi 6$	$\phi 7$	$\phi 8$	$\phi (D+3)$ (四舍五入)	$\phi 6$	$\phi 7$	$\phi 8$	$\phi 11$

注：（1） d 值是指冲孔直径，（一般以 0.1mm 为一阶，例 $\phi 3.4$ 、 $\phi 3.5$ 等，但在产品图上有特殊公差要求的圆孔除外）。

（2） L 取值为 40、50、60、70，在选择模板厚度时，要考虑配相应的 L 值。

（3）A 型凸模的 W 取值与模板的 M 取值一起保证开模时能良好导向，闭模时 $R10$ 圆弧段与模板导向部分（ M 段）不干涉。

（4） D_1 值： $D<\phi 8$ 时， $D_1=(D+2)$ ； $D\geq\phi 8$ 时， $D_1=(D+3)$ ，（ D_1 四舍五入成整数）。

表 2-7 相关模板的尺寸

模板名称	凸模固定板 PP			卸料背板 SB	卸料板 SP			凹模板 DB			下垫板 CB	下模座 DD
模板尺寸	A	B	J	C	P	M	N	E	K	β	F	G
基本尺寸 (绘图尺寸)	D_1+2	D	5.5	$D+2$	d	≥ 5	$D+2$	d	3.0 (2.0)	1.0°	$d+2$	$d+3$

2. 采用弹压卸料板的凸模长度计算规范

如图 2-5 所示，当采用弹压卸料板时，凸模长度按式（2-6）计算

$$L = h_1 + h_2 + t + h \tag{2-6}$$

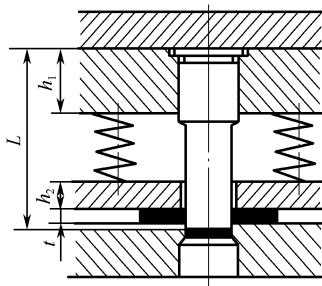


图 2-5 凸模长度计算

式中 L ——凸模长度 (mm);

 h_1 ——凸模固定板厚度 (mm); h_2 ——卸料板厚度 (mm);

t ——材料厚度 (mm);

h ——增加长度，它包括凸模的修磨量、凸模进入凹模的深度（0.5~1mm）、凸模固定板与卸料板之间的安全距离等，一般取 10~20mm。注意，在模板上没开弹簧窝座时， h 也就是冲裁结束时的弹簧长度，等于弹簧预压后长度再减去 $(t+1)$ 。

2.3.6 圆形凹模设计规范

1. 圆形刃口凹模结构

圆形刃口凹模结构已标准化，分为 A 型与 B 型两种，如图 2-6 所示。B 型凹模用于冲裁力较大的情形。

可根据附录 E3 设计圆凹模的结构参数。

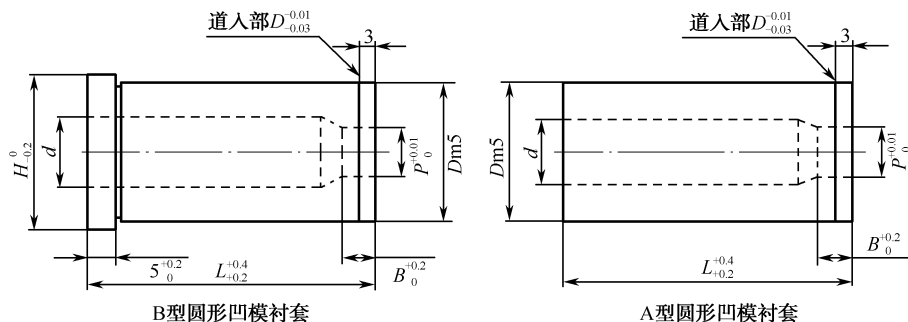


图 2-6 圆形凹模衬套

2. 圆形刃口凹模的固定

对于 B 型凹模一般采用台肩固定,对于 A 型凹模一般采用 H7/m6 或 H7/r6 的配合关系将凹模直接压入固定板固定,如图 2-7 所示。

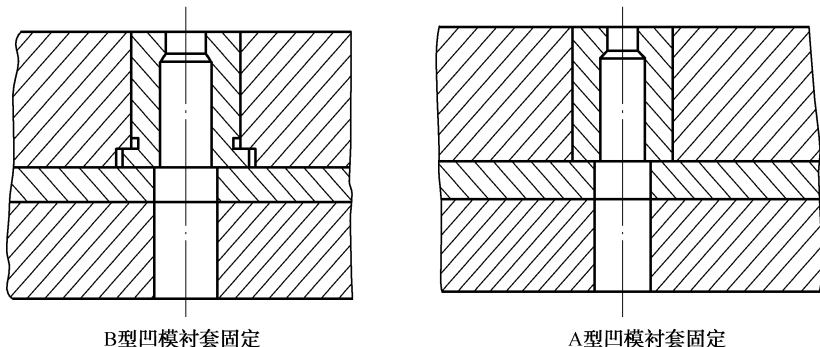


图 2-7 凹模衬套固定



2.3.7 工序件定位零件设计规范

冲孔件的定位一般采用定位板外形定位，定位板的结构形式如图 2-8 所示，为放件、取件方便，定位板一般采用非封闭结构，定位板的高度可根据材料厚度查表 2-8 可确定。

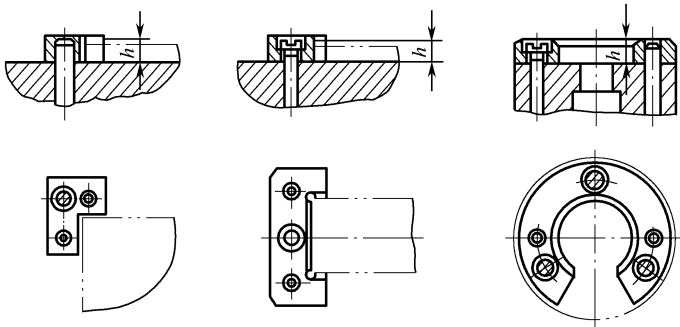


图 2-8 定位板的结构形式

表 2-8 定位板高度

制件材料厚度 t/mm	<1	$1\sim3$	$>3\sim5$
定位板或定位销高度 h/mm	$t+2\text{mm}$	$t+1\text{mm}$	t

2.3.8 采用弹簧的弹压卸料装置设计规范

采用弹簧的弹压卸料装置如图 2-9 所示。

弹压卸料装置既起卸料作用又起压料作用，所得冲裁零件质量较好，平直度较高。因此，当板料较薄，工件平直度要求较高时，一般采用弹压卸料装置。

1. 弹压卸料板的结构及尺寸

弹压卸料板的有关尺寸见图 2-9。导向孔高度可取 $3\sim5\text{mm}$ ，与凸模的单边间隙 C 的数值见表 2-9，厚度 H 值见表 2-10。

在模具开启状态，卸料板顶面应高出模具工作零件刃口 $0.3\sim0.5\text{mm}$ ，以便顺利卸料。冲裁结束时，在垂直方向应保证卸料板与导料板之间的最小距离大于 $(0.1\sim0.3)t$ 。

表 2-9 单边间隙 C 经验值 (mm)

料厚 t	单边间隙 C
$0.05\sim0.10$	$0.005\sim0.010$
$0.1\sim0.3$	$0.012\sim0.025$
$0.3\sim0.5$	$0.035\sim0.050$
$0.5\sim1.0$	$0.060\sim0.10$
$1.0\sim2.0$	$0.15\sim0.20$
$2.0\sim3.0$	$0.25\sim0.35$

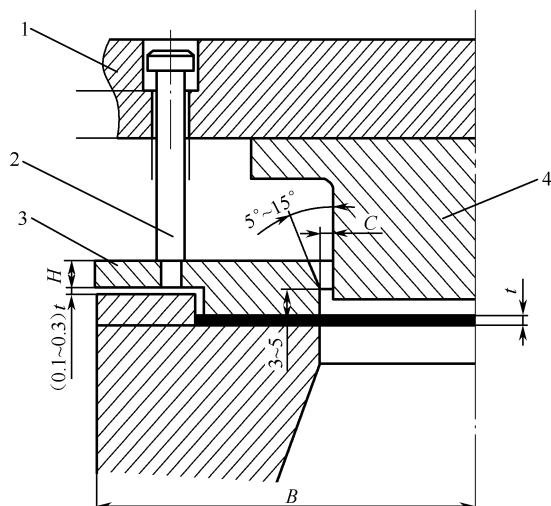


图 2-9 采用弹簧的弹压卸料装置

1—上模座；2—卸料螺钉；3—卸料板；4—凸模

表 2-10 弹性卸料板的厚度 H 经验值 (mm)

料厚 t	弹性卸料板宽度						
	≤ 50	$> 50 \sim 80$	$> 80 \sim 125$	$> 125 \sim 200$	$> 200 \sim 250$	$> 250 \sim 315$	$> 315 \sim 400$
< 1	8	10	12	14	16	18	22
$1 \sim 1.5$	10	12	14	16	18	20	25
$1.5 \sim 2$	12	14	16	18	20	22	28
$2 \sim 3$	15	16	18	20	22	24	30
$3 \sim 4.75$			22	22	24	26	32
> 4.75				30	30	30	36

2. 弹簧选用

弹簧是模具中广泛应用的弹性零件，主要用于卸料、压料、推件和顶出等工作。根据荷重不同，分为轻小荷重、轻荷重、中荷重、重荷重、极重荷重五种，对应颜色分别为黄色、蓝色、红色、绿色和棕色。

弹簧实物如图 2-10 所示，各种弹簧规格、荷重及压缩比见附录 C1。



图 2-10 弹簧实物



(1) 弹簧种类选择

① 卸料、顶料优先选用绿色或棕色弹簧；如果顶料所需的顶料力不很大时，可选用红色弹簧或蓝色弹簧。

② 复合模外脱料板用红色弹簧，内脱料板用绿色或棕色弹簧。

③ 冲孔模和成形模用绿色或棕色弹簧。

(2) 弹簧个数计算

卸料弹簧个数按式 (2-7) 计算

$$n = F \times 0.05 / 220 + 2 \sim 3 \quad (2-7)$$

式中 F ——为冲裁力，单位为 kg；

n ——为应放弹簧的个数（小型模具一般为 2~6 个）。

(3) 弹簧直径选择

尽可能选择较大直径的压缩弹簧，弹簧外径优先选用 $\phi 25$ ，在空间较小区域可考虑选用其他规格（如 $\phi 20$ 、 $\phi 18$ 、 $\phi 16$ 、…），弹簧内径大于卸料螺钉直径。

(4) 弹簧长度计算

① 根据凸模长度及模具结构初定弹簧自由长度 L 。

② 根据弹簧直径 D 、自由长度 L 、弹簧最大压缩比 λ 及荷重 F 计算最大压缩量 ΔL 、弹簧系数 k 。

$$\Delta L = L \times \lambda \quad (2-8)$$

$$k = F / \Delta L \quad (2-9)$$

式中 L ——弹簧自由长度；

ΔL ——弹簧最大压缩量；

λ ——弹簧最大压缩比，各颜色弹簧一般使用 30 万回压缩比：黄色 50%，蓝色 40%，红色 32%，绿色 24%，茶色 20%；

k ——弹簧系数。

③ 计算预压缩量 $S_{\text{预}}$ 。

$$S_{\text{预}} = F_{\text{预}} / k \quad (2-10)$$

$$F_{\text{预}} \geq F_{\text{卸}} / n \quad (2-11)$$

式中 $S_{\text{预}}$ ——弹簧预压量；

$F_{\text{预}}$ ——弹簧的预压力；

$F_{\text{卸}}$ ——脱料力、推件力、压边力；

n ——弹簧根数。

④ 校核弹簧压缩量是否满足要求。

$$\Delta L \geq S_{\text{总}} = S_{\text{预}} + S_{\text{工作}} + S_{\text{修磨}} \quad (2-12)$$



式中 ΔL ——弹簧允许的最大压缩量 (mm);

$S_{\text{总}}$ ——弹簧需要的总压缩量 (mm);

$S_{\text{预}}$ ——弹簧预压缩量 (mm);

$S_{\text{工作}}$ ——脱料板、推件块、压边圈的工作行程 (mm), 冲裁模可取为 $(t+1)$;

$S_{\text{修磨}}$ ——模具的修磨量或调整量 (mm); 一般取 4~6mm。

如果式 (2-12) 不满足, 则要返回第①步, 重新选定弹簧自由长度 L 。

(5) 排配原则

① 弹簧过孔中心到模板边缘距离大于弹簧外径 D , 与其他孔距离保持实体壁厚大于 5mm。

② 弹簧孔深度加工精度: 弹簧孔沉孔深度加工精度会影响到弹簧预压量与最大压缩量, 故一般尺寸标注精度至小数点后一位 (一般设定为 $\pm 0.2\text{mm}$)。

③ 弹簧排列首先考虑受力重点部位, 然后再考虑整个模具受力均衡平稳。受力重点部位是指复合模的内脱料板外形和冲头的周围、冲孔模的冲头周围、成形模的折弯边及有压凸成形的地方。

3. 卸料螺钉选用

卸料螺钉属标准件, 分为圆柱头卸料螺钉 (如图 2-11 (a) 所示) 和圆柱头内六角卸料螺钉 (如图 2-11 (b) 所示) 两种, 卸料螺钉规格见附录 L1 和附录 L2。

一般优先选用 M8 或 M10 的卸料螺钉, 如果空间不够, 可选用 M6 的卸料螺钉。

卸料螺钉长度按表 2-11 中的参数进行计算, 如果卸料螺钉长度不是标准长度, 则选用稍长的卸料螺钉, 此时必须在备注栏里注明卸料螺钉之工作长度, 由装配现场自行加工。

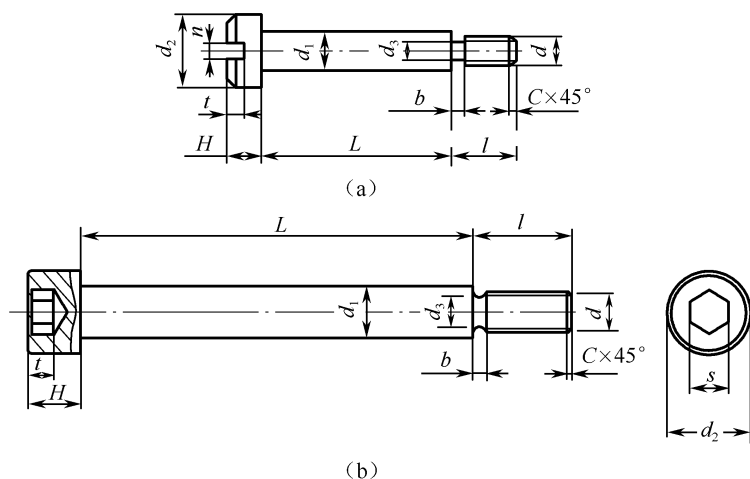
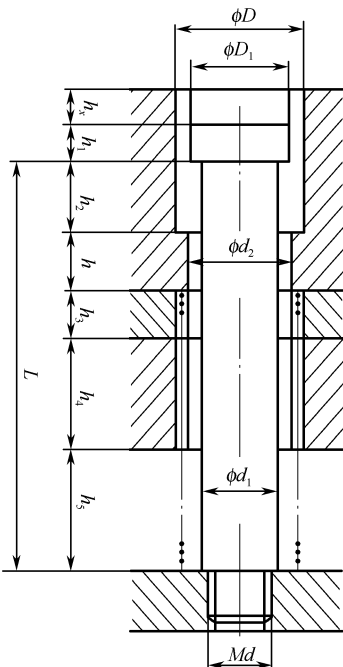


图 2-11 卸料螺钉结构



表 2-11 卸料螺钉装配尺寸

(mm)

	d	M6	M8	M10	M12
	d_1	8	10	12	16
	d_2	8.5	10.5	13	15
	D	13.5	16	20	26
	D_1	12.5	15	18	24
	h_1 圆头	5	6	7	9
	h_1 内六角	8	10	12	16
	h_{\min}	铸铁模座: $h \geq d$			
		钢制模座: $h \geq 0.75d$			
	h_x	10~15mm (模具刃磨量 4~6mm+ 安全余量 5~10mm)			
	h_2	卸料板行程			
	h_3	垫板厚度			
	h_4	固定板厚度			
	h_5	卸料板与固定板安全距离			
	L	螺杆长度			
	说明	<p>① 若模座开通孔, 则 h 为零</p> <p>② 若采用橡胶垫做弹性元件, h_5 尺寸即为橡胶垫压缩后的高度</p> <p>③ 凸模刃口刃磨后, 重新安装卸料板时, 需要在螺钉头部添加垫圈, 垫圈的厚度与刃磨量相等</p>			



2.4 任务实施 (步骤、方法、内容)

2.4.1 连接片单工序冲孔模设计工作引导文

连接片单工序冲孔模设计工作引导文见表 2-12。



表 2-12 连接片单工序冲孔模设计工作引导文

步骤	方法	内容	效果	时间 (min)
1	学习教材 2-1 节、2-2 节，听教师讲解设计任务及要求	冲孔模设计工作任务及要求	明确单工序冲孔模设计工作任务的内容、要求	10
2	学习教材 2.3.1 节	对连接片零件进行冲压工艺分析	判断连接片零件冲压工艺的合理性	10
3	学习教材 2.3.4 节	模具总体结构初步设计	确定模具总体结构，绘制模具总体结构草图	40
4	学习教材 2.3.2 节	冲压力计算	计算连接片零件冲孔工艺的总冲压力	20
5	学习教材 1.3.4 节	压力机参数选择	初选冲压设备	10
6	学习教材 2.3.3 节	凸、凹模刃口尺寸计算	计算凸、凹模刃口尺寸	30
7	学习教材 1.3.9 节、教材 2.3.6 节	圆形凹模初步设计	确定凹模刃口型式、结构尺寸	20
8	学习教材 2.3.6 节	凹模固定板初步设计	确定凹模固定板的轮廓尺寸	10
9	学习教材 2.3.7 节	定位零件初步设计	确定坯料定位板的轮廓尺寸	10
10	学习教材 2.3.5 节	圆形凸模初步设计	确定凸模结构型式、结构尺寸	20
11	学习教材 2.3.5 节	凸模固定板、凸模垫板初步设计	确定凸模垫板轮廓尺寸、凸模固定板结构、轮廓尺寸	10
12	学习教材 2.3.8 节	卸料、出件方式的选择与零部件初步设计	确定弹性卸料板结构，弹簧型号参数，卸料螺钉型号参数	30
13	学习教材 1.3.12 节及 1.6.4 节	中间导柱标准模架的选用	确定上模座、下模座、导套、导柱的型号、参数	10
14	学习教材 1.3.13 节	模柄初步设计	确定压入式标准模柄参数	10
15	学习教材 1.3.16 节	螺钉、销钉选用	螺钉、销钉规格，数量	20
16	学习教材 1.3.12 节	计算模具闭合高度	校核压力机闭合高度与模具闭合高度是否相适应，否则重选压力机	10
17	学习教材 1.3.17 节	零件详细设计	模具零件图绘制	90
18	学习教材 1.3.18 节	模具装配图绘制	模具装配图绘制	40
19		计算说明书整理及图纸整理、归档	计算说明书一份，零件图 7~10 张，装配图 1 张	20
合计				420



2.4.2 连接片单工序冲孔模设计实例

1. 冲压工艺性分析及工艺方案的确定

(1) 零件的冲裁工艺性分析

① 结构形式、尺寸大小。

此连接片是一个对称的简单冲孔件，内孔为圆孔，无尖锐的清角，无细长的悬臂和狭槽。零件上两个孔的孔径均为 $\phi 10.5\text{mm}$ ，远大于表 2-2 的规定值；孔径与边缘之间距离为 10mm，两孔中心距为 50mm，远大于图 2-2 的规定值。其中工件最大尺寸为 70mm，属于小型零件。综上所述，连接片内形（孔）结构合理，满足冲压工艺要求。

② 尺寸精度、粗糙度、位置精度。

两孔尺寸公差为 $\phi 10.5^{+0.11}_0$ ，满足表 2-3 要求，两孔中心距尺寸公差为 $50\pm 0.12\text{mm}$ ，满足表 2-4 要求。零件图中未标注粗糙度、位置精度。

③ 冲裁件材料性能。

零件材料为 H62；抗剪强度 $\tau = 360\text{MPa}$ ，具有良好的冲压性能，满足冲压工艺要求。

④ 冲压加工的经济性分析

年产量：40000 件/年，属于中批量生产，采用冲裁模进行冲压生产，不但能保证产品的质量，满足生产率要求，还能降低生产成本。

(2) 冲裁工艺方案的确定

单工序冲裁模可以采用以下三种方案：

方案一：采用无导向单工序冲裁模；

方案二：采用导板导向单工序冲裁模；

方案三：采用导柱导向单工序冲裁模。

方案一模具结构简单，尺寸小，质量轻，模具制造容易，成本低，但冲模在使用安装时麻烦，需要调试间隙的均匀性，冲裁精度低且模具寿命短。

方案二与方案一相比，模具精度高，使用寿命长，但模具制造较复杂，冲裁时视线不好，且不适合单个毛坯的送料、冲裁。

方案三与前两种方案比较精度高，寿命长，且适合单个毛坯的送料，定位。

综上所述，本例采用方案三。

2. 连接片冲孔模结构形式的确定

① 操作方式选择。选择手工送料（单个毛坯）操作方式。

② 定位方式的选择。此例选择定位板定位方式。

③ 卸料方式的选择 由于此例是单个毛坯，手动操作送进和定位，工件平直度要求较高，所以选择弹性卸料方式。

以上只做粗略的选择，待工艺计算后和模具装配图设计时边修改边作具体的、最后的



确定。

④ 连接片冲孔模结构草图。连接片冲孔模结构草图如图 2-3 所示。

3. 冲压工艺参数计算

(1) 冲压力计算及压力机初选

① 冲压力计算。查附录 A1, 得材料 H62 的抗剪强度为 $\tau=360\text{MPa}$;

冲孔尺寸: $L=2\times 3.1416\times 10.5=65.97\text{mm}$; (2 个孔的周长)

根据式 (1-6) 计算冲孔力: $F=1.3\tau Lt=1.3\times 360\times 65.97\times 2\approx 61748\text{N}$

根据式 (1-8) 计算推件力: $F_T=nk_TF=3\times 0.06\times 61748\approx 11115\text{N}$ (假设 $n=3$, 查表 1-8 可得 $K_T=0.06$)

根据式 (2-1) 计算卸料力: $F_X=0.04\times 61748\approx 2470\text{N}$

根据式 (2-2) 计算总冲压力: $F_Z=F+F_T+F_X=61748+11115+2470=75333\text{N}$

② 压力机选择。所选压力机的标称压力应大于冲压力的总和, 查附录 B2, 初步选择型号为 J23-10 的开式压力机, 压力机参数为:

公称压力: 100kN;

滑块行程: 45mm;

工作台面尺寸: 240mm×370mm (前后×左右);

工作台漏料孔尺寸: 130mm×200mm (前后×左右), 台孔直径 $\phi 170\text{mm}$;

滑块模柄孔尺寸: $\phi 30\text{mm}\times 55\text{mm}$;

压力机最大闭合高度: 180mm;

连杆调节量: 35mm。

③ 确定模具压力中心。该零件形状简单, 对称, 压力中心即工件几何中心。

(2) 凸、凹模刃口尺寸的计算

① 凸、凹模刃口设计制造方法的选定。

由表 1-10 查得:

$$Z_{\min}=0.22\text{mm} \quad Z_{\max}=0.26\text{mm}$$

$$\text{则: } Z_{\max}-Z_{\min}=0.26-0.22=0.04\text{mm}$$

查附录 D₁, 可确定制件孔的公差等级为 IT11 级, 查表 1-12 可确定模具凸、凹模刃口的公差均为 IT7 级。

查附录 D₁, 得凸、凹模制造公差为: $\delta_p=-0.018\text{mm}$, $\delta_d=+0.018\text{mm}$,

因为: $|\delta_p|+|\delta_d|=0.036\text{mm}<Z_{\max}-Z_{\min}=0.04\text{mm}$,

故能满足分别加工法的要求, 凸、凹模刃口采用分别加工法设计加工。

② 凸、凹模刃口尺寸计算。

根据式 (2-3) ~ 式 (2-5) 可得:

$$D_p=(d+x\Delta)_{-\delta_p}^0=(10.5+0.75\times 0.11)_{-0.018}^0\approx 10.58_{-0.018}^0\text{mm}$$



$$D_d = (d_p + Z_{\min})_0^{+\delta_d} = (10.58 + 0.22)_0^{+0.018} = 10.80_0^{+0.018} \text{ mm}$$

$$L_d = L \pm \frac{1}{8} \Delta = 50 \pm \frac{1}{8} \times 0.24 = 50 \pm 0.03 \text{ mm}$$

4. 零部件的初步设计

在初步设计阶段，主要是根据有关设计规范或标准确定凸、凹模的结构形式及尺寸，以及各模板的轮廓尺寸，螺钉、销钉、弹簧、模架、模柄等标准件的规格，校核模具的闭合高度，为下一步的详细设计做准备。

(1) 凹模的初步设计

① 凹模刃口的设计。采用图 1-19 (a) 所示的刃口结构，根据材料的厚度为 2mm，选取凹模刃口高度为 5~10mm。

② 凹模高度的计算。根据式 (1-18) 计算凹模高度

$$H = k_1 k_2 \sqrt[3]{0.1F} = 1.12 \times 1 \times \sqrt[3]{0.1 \times 61748} \text{ mm} \approx 21 \text{ mm}$$

③ 凹模的结构尺寸。根据凹模刃口高度 5~10mm，凹模高度 22mm，查附录 E3 选取 B 型带肩凹模，结构及参数如图 2-12 所示。

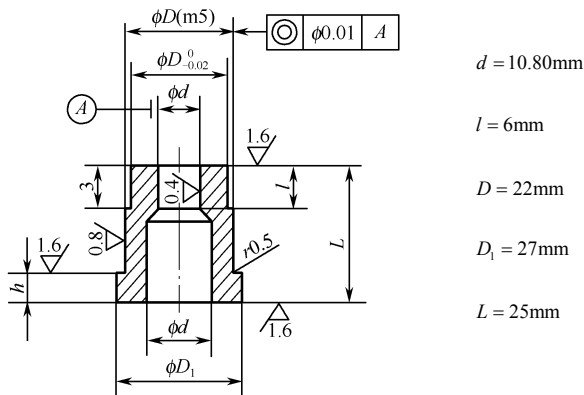


图 2-12 凹模结构及参数

(2) 凹模固定板初步设计

① 凹模固定板的外形尺寸。凹模固定板的轮廓尺寸是在坯料尺寸基础上每边增加 30~40mm，查附录 F，初选凹模固定板尺寸为 160mm×100mm×25mm。

② 凹模的固定方法。如图 2-7 所示，凹模采用台阶固定。

(3) 定位零件初步设计

对单个毛坯的定位，采用定位板外缘定位，定位板的外轮廓尺寸根据凹模固定板的外轮廓尺寸而定。根据板料厚度 $t=2\text{mm}$ ，查表 2-9 可确定定位板的定位部分厚度为 $h=3\text{mm}$ 。

(4) 凸模固定板初步设计

凸模固定板的轮廓尺寸与凹模固定板的轮廓尺寸相同，根据 1.3.14 节的介绍，高度可取



16~20mm, 查附录 F, 确定凸模固定板的尺寸为 160mm×100mm×16mm。

(5) 凸模垫板的初步设计

根据 1.3.15 节的介绍, 凸模垫板厚度可取为 3~16mm, 轮廓尺寸与凸模固定板的轮廓尺寸相同, 查附录 F1, 确定凸模垫板尺寸为 160mm×100mm×8mm。

(6) 弹性卸料装置初步设计

① 弹性卸料板的结构设计。根据 2.3.8 节的介绍进行设计。

轮廓尺寸: 根据卸料板宽度为 100mm, 材料厚度为 2mm, 查表 2-11, 可确定卸料板厚度为 16mm; 弹性卸料板轮廓尺寸可取为 160mm×100mm×16mm。

凸模过孔尺寸: 查表 2-10, 可确定与凸模配合部分的单边间隙为 0.25mm, 过孔的尺寸可确定为 $\phi 11.08\text{mm}$ 。

凸台尺寸: M10 卸料螺钉螺纹长度 10mm, 初定台阶高度 6mm; 凸台与定位板之间的间隙取为 0.5mm (该间隙应大于卸料板凸模过孔与凸模之间的间隙), 凸台轮廓尺寸可确定为: 69mm×19mm×6mm。

② 卸料弹簧的选用。

弹簧种类: 根据 2.3.8 节的介绍, 选取绿色弹簧。

弹簧个数: 根据 2.3.8 节的介绍, 选取 4 个。

弹簧直径: 根据 2.3.8 节的介绍, 弹簧直径取为 $\phi 25$ 。

弹簧长度: 通过试算, 假设弹簧自由长度为 50mm, 查附录 C1, 绿色弹簧使用 30 万回的的最大压缩比为 24%, $\phi 25$ 弹簧的荷重为 1834N。

计算最大压缩量 ΔL 及弹簧系数 k :

$$\Delta L = L \times \lambda = 50 \times 24\% = 12\text{mm}$$

$$k = F / \Delta L = 1834 / 12 \approx 152.83$$

计算预压缩量 $S_{\text{预}}$:

$$S_{\text{预}} = F_{\text{预}} / k = (F_{\text{卸}} / n) / k = (2470 / 4) / 152.83 \approx 4\text{mm} \quad (2-13)$$

校核弹簧压缩量是否满足要求:

$$S_{\text{总}} = S_{\text{预}} + S_{\text{工作}} + S_{\text{修磨}} \quad (2-14)$$

$$= 4 + (2 + 1) + 4 = 11$$

$$\text{满足 } \Delta L \geq S_{\text{总}}$$

③ 卸料螺钉选用。根据 2.3.8 节的介绍, 选取 M10 卸料螺钉, 卸料螺钉各段长度按表 2-12 中的数值计算。

$$L = h_2 + h + h_3 + h_4 + h_5 = 3 + 0 + 8 + 16 + 10 \sim 20 = 37 \sim 47\text{mm}$$

为保证冲裁前弹簧预压力为 4mm (如图 2-13 所示); 冲裁结束时, 弹簧压缩量为 7mm, (如图 2-14 所示, 其中冲裁行程为 3mm), 因此, 可确定卸料螺钉长度为 54mm。

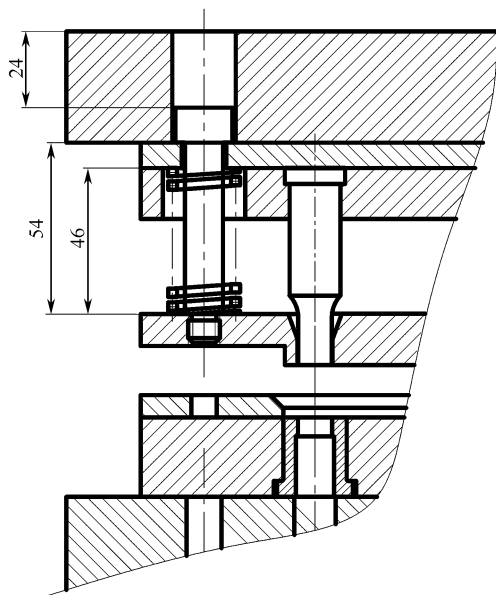


图 2-13 冲裁前弹预压缩 4mm

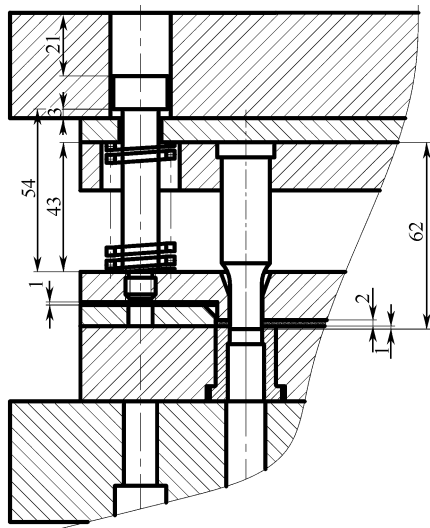


图 2-14 冲裁结束弹簧压缩 7mm

查附录 L1 选取 M10×55 JB/T 7650.5—1994 的卸料螺钉，需在现场修配卸料螺，使其尺寸如图 2-15 所示。

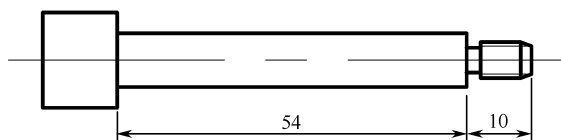
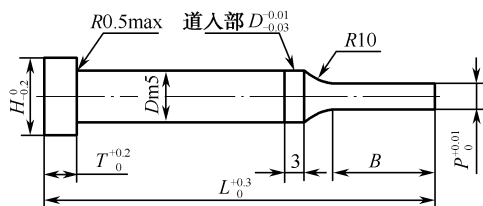


图 2-15 卸料螺钉修配后尺寸

(7) 凸模的初步设计



$L = 62\text{mm}$
 $P = 10.58\text{mm}$
 $D = 16\text{mm}$
 $H = 19\text{mm}$
 $B = 15\text{mm}$

图 2-16 凸模结构及参数

凸模结构型式：由于冲裁直径不大，为了改善凸模强度和刚度，采用 A 型标准凸模。

凸模的固定形式：如图 2-4 所示，对于圆形凸模，采用台肩固定。

凸模长度的计算：由式 (2-6) 可确定凸模长度



$$L = h_1 + h_2 + t + h = 16 + 16 + 2 + (50 - 4 - 16) = 62\text{mm}$$

式中 L ——凸模长度 (mm);

h_1 ——凸模固定板厚度, 为 16mm;

h_2 ——弹性卸料板厚度, 为 16mm;

t ——材料厚度, 为 2mm;

h ——凸模固定板与弹压卸料板之间的距离, 由图 2-14, 可确定其值为 $(50-4-16)$ mm;

凸模各段的结构尺寸: 根据刃口尺寸 $d=10.58\text{mm}$, $L=62\text{mm}$, 查附录 E1, 确定 A 型凸模的结构尺寸如图 2-16 所示。

(8) 标准模座选取

根据凹模固定板周界尺寸可确定模座 $L \times B$ 为 $160\text{mm} \times 100\text{mm}$, 根据模座厚度为凹模厚度的 1~1.5 倍, 可确定下模座厚度为 25~37.5mm。

查附录 M2, 选取中间导柱模架, 参数为:

下模座: $160 \times 100 \times 40$ GB/T 2855.10

上模座: $160 \times 100 \times 35$ GB/T 2855.9

(9) 合模高度计算及模具的闭合高度校核

根据该模具结构, 合模高度为上、下模座厚度, 凸模垫板厚度, 凸模长度, 凹模厚度之和再减去凸模进入凹模的深度, 即 $H=35+40+8+62+25-1=169\text{mm}$

因为压力机最大闭合高度为 180mm, 连杆调节量为 35mm, 因此所选压力机满足模具闭合高度要求。

(10) 冲裁结束时, 卸料螺钉头部安全距离校核

如图 2-14 所示, 冲裁结束时, 卸料螺钉头部到上模座上平面的距离为 21mm, 大于表 2-12 中规定的 10~15mm。

(11) 导柱导套的选取

① 导柱的选取。根据模具闭合高度为 169mm, 根据式 (1-20) 可计算出导柱长度 L_0

$$L_0 = 169 - (2 \sim 3) - (10 \sim 15) = 151 \sim 157\text{mm}$$

根据已选下模座导柱孔尺寸及 L_0 值, 查附录 M6 可确定:

左导柱型号为: B25h5×150 GB/T 2861.1

右导柱型号为: B28h5×150 GB/T 2861.1

② 导套的选取。根据已选导柱及上模座导套孔尺寸, 查附录 M7 可确定:

左导套型号为: A25H6×85 GB/T 2861.6

右导套型号为: A28H6×85 GB/T 2861.6

(12) 模柄的选取

根据压力机滑块模柄孔尺寸及式 (1-21)、式 (1-22), 查附录 N, 确定压入式模柄的型



号为: A30×80 JB/T 7646.1

(13) 螺钉销钉的选取

① 凸模固定板的固定螺钉、销钉。根据表 1-20 及图 1-33 确定螺钉规格为: M10×45, 销钉规格: $\phi 10 \times 40$ 。

② 凹模固定板的固定螺钉、销钉。根据表 1-20 及图 1-33 可确定螺钉规格为: M10×50, 销钉规格为 $\phi 10 \times 45$ 。

③ 坯料定位板的固定螺钉、销钉。根据表 1-20, 附录 K3 及图 1-33, 确定沉头螺钉规格为 M8×20, 销钉型号为: $\phi 8 \times 20$ GB/T 119.2。

④ 模柄止转销。查附录 N1, 附录 K2 及图 1-33, 可确定模柄止转销规格为 $\phi 6 \times 12$ 。

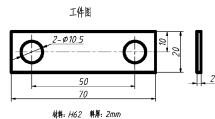
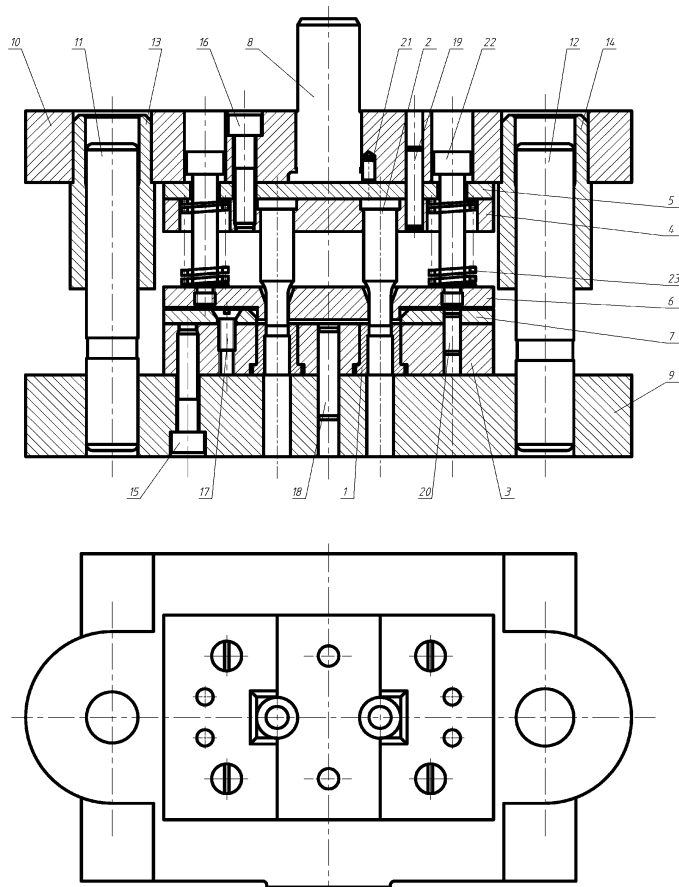
5. 主要零部件的详细设计

在详细设计阶段, 主要是根据初步设计阶段的成果绘制模具零件图及装配图, 并进一步检验各零件尺寸的正确性, 发现问题, 应及时修正。

在绘制模具零件图时, 需要按表 1-20、表 1-21 确定模板上的孔间距及孔尺寸, 并注意各模板上孔位置的相互对应; 按附录 A3、A4 确定零件的材料及热处理; 按附录 D2、D3 确定零件配合部分的尺寸公差; 按附录 D4 确定零件表面粗糙度; 对凸、凹模及其固定板零件须标注平行度和垂直度; 对圆形凸、凹模及其固定板还须标注同轴度。

可按以下顺序对需要加工的零件进行详细设计, 并绘制零件图; 对采购后直接使用的零件不需出零件图。

- (1) 凹模零件图见图 CY_02_01。
- (2) 凹模固定板零件图见图 CY_02_03。
- (3) 定位板零件图见图 CY_02_07。
- (4) 下模座零件图见图 CY_02_09。
- (5) 凸模零件见图 CY_02_02。
- (6) 凸模固定板零件见图 CY_02_04。
- (7) 凸模垫板零件见图 CY_02_05。
- (8) 弹压卸料板零件图见附图 CY_02_06。
- (9) 模柄零件见图 CY_02_08。
- (10) 上模座零件见图 CY_02_10。
- (11) 模具装配图见图 CY_02_00。

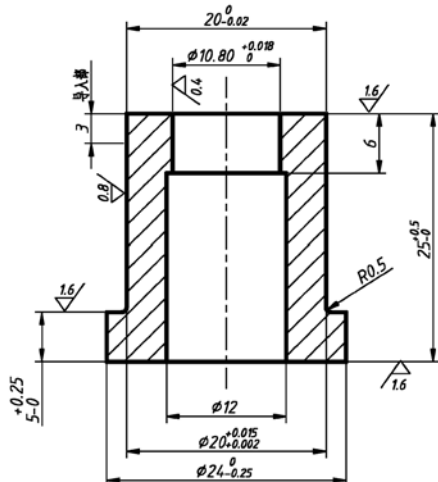


技术要求

1. 凸、凹模刃口圆角不均匀度小于 0.03mm 。
2. 模架为中间导柱滑动导向的标准模架。
3. 模架闭合高度 169mm 。
4. 卸料螺钉需现场修配。保证长度 $L=54\text{mm}$, $l=10\text{mm}$ 。
5. 压力机型号 J23-10。

23	弹簧	4			绿色 $\phi 25 \times 50$
22	卸料螺钉	4	45钢	JB/T 7650.6—1994	M10X35
21	圆柱销钉	1	35钢	GB/T 119.2—2000	6X12
20	圆柱销钉	4	35钢	GB/T 119.2—2000	8X20
19	圆柱销钉	4	35钢	GB/T 119.2—2000	10X40
18	圆柱销钉	4	35钢	GB/T 119.2—2000	10X45
17	沉头螺钉	4	35钢	GB/T 68—2000	M8X20
16	内六角螺钉	4	35钢	GB/T 70.1—2000	M10X45
15	内六角螺钉	4	35钢	GB/T 70.1—2000	M10X50
14	导套	1	20钢	GB/T 286.16—1990	A28XH6X85X33
13	导套	1	20钢	GB/T 286.16—1990	A25XH6X85X33
12	导柱	1	20钢	GB/T 286.12—1990	B28XH5X150
11	导柱	1	20钢	GB/T 286.12—1990	B25XH5X150
10	上模座	1	HT200	GB/T 2855.9—1990	160X100X35
9	下模座	1	HT200	GB/T 2855.10—1990	160X100X40
8	模柄	1	Q235	JB/T 7646.1—1994	A30X80
7	定位板	2	45钢		100X55X6
6	弹性卸料板	1	45钢		160X100X16
5	凸模垫板	1	45钢	JB/T 7643.3—1994	160X100X8
4	凸模固定板	1	Q235	JB/T 7643.2—1994	160X100X16
3	凹模固定板	1	Q235	JB/T 7643.2—1994	160X100X25
2	凸模	2	Cr12MoV		56-60HRC
1	凹模	1	Cr12MoV		60-64HRC
序号	名称	数量	材料	标准	备注
连拔片冲孔模		比例	1:1	材料	
设计		数量	1	图号	CY_02_00
校核					深圳职业技术学院

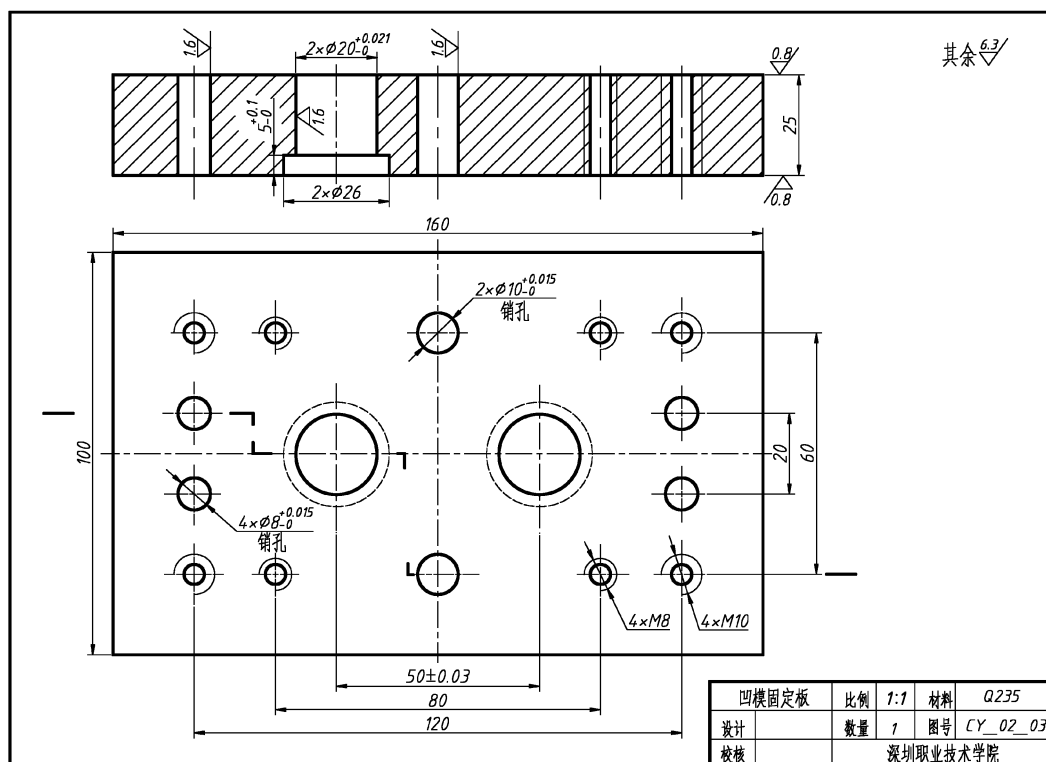
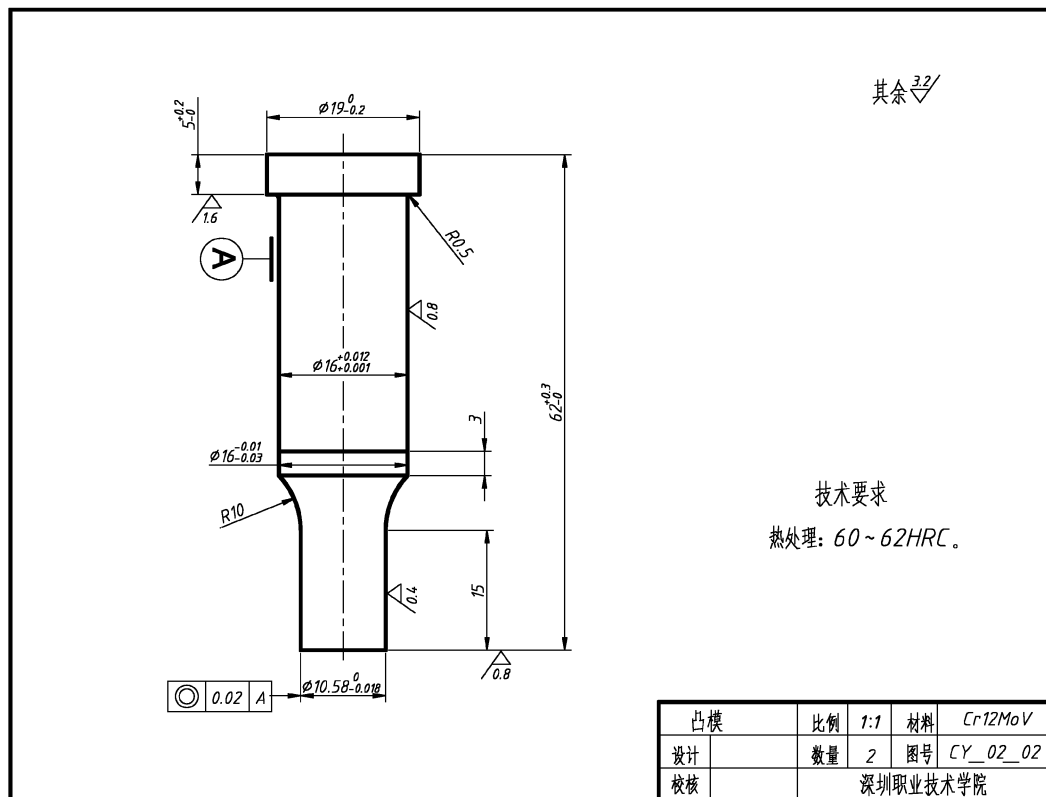
其余 $\sqrt{1.6}$

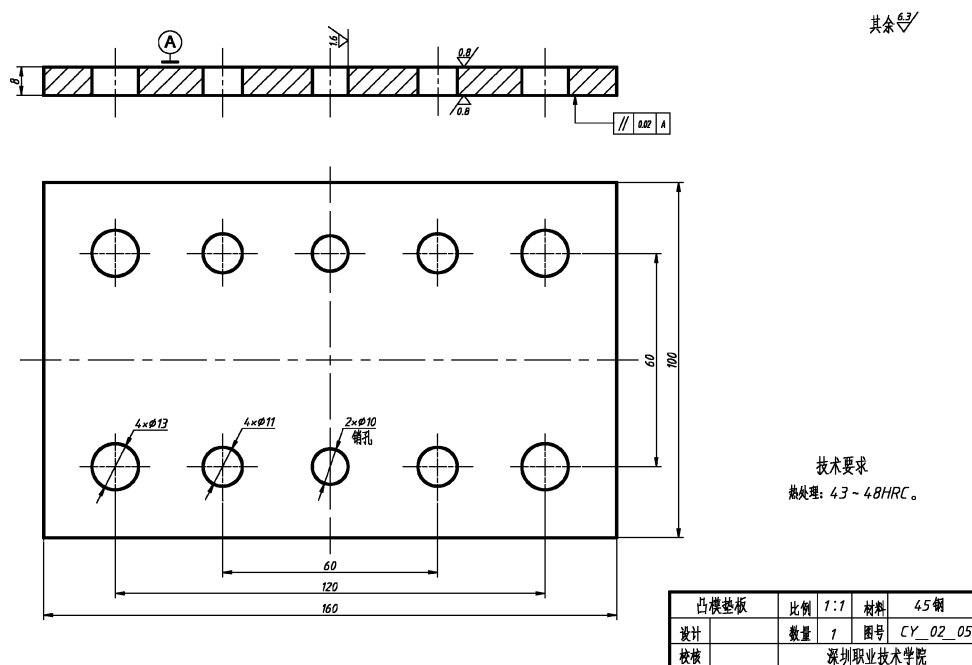
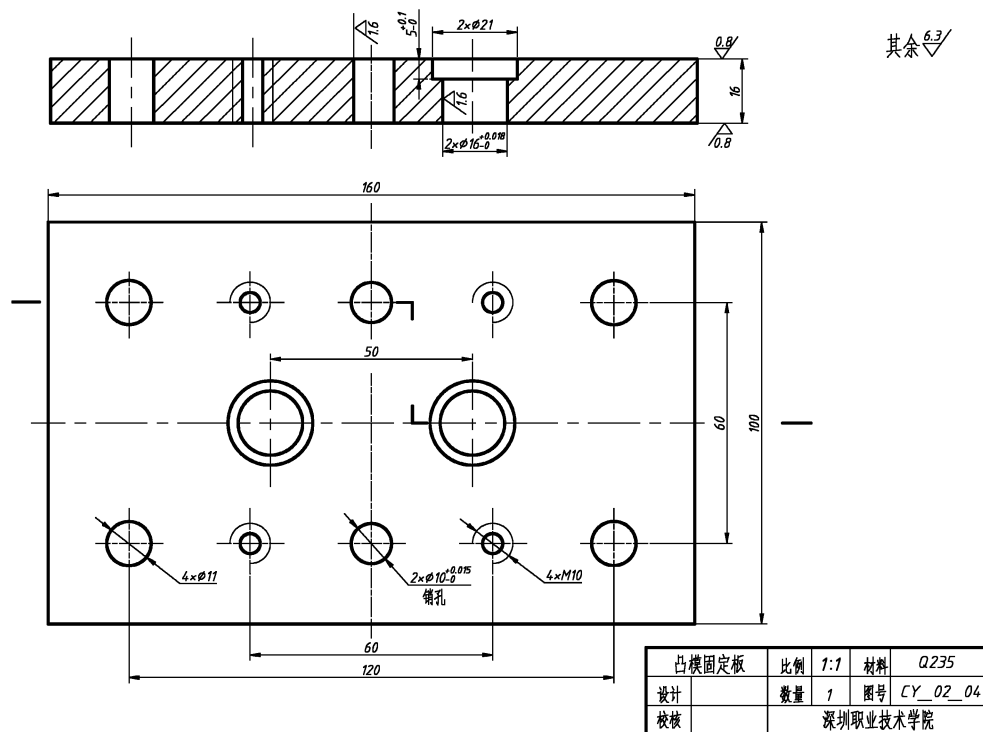


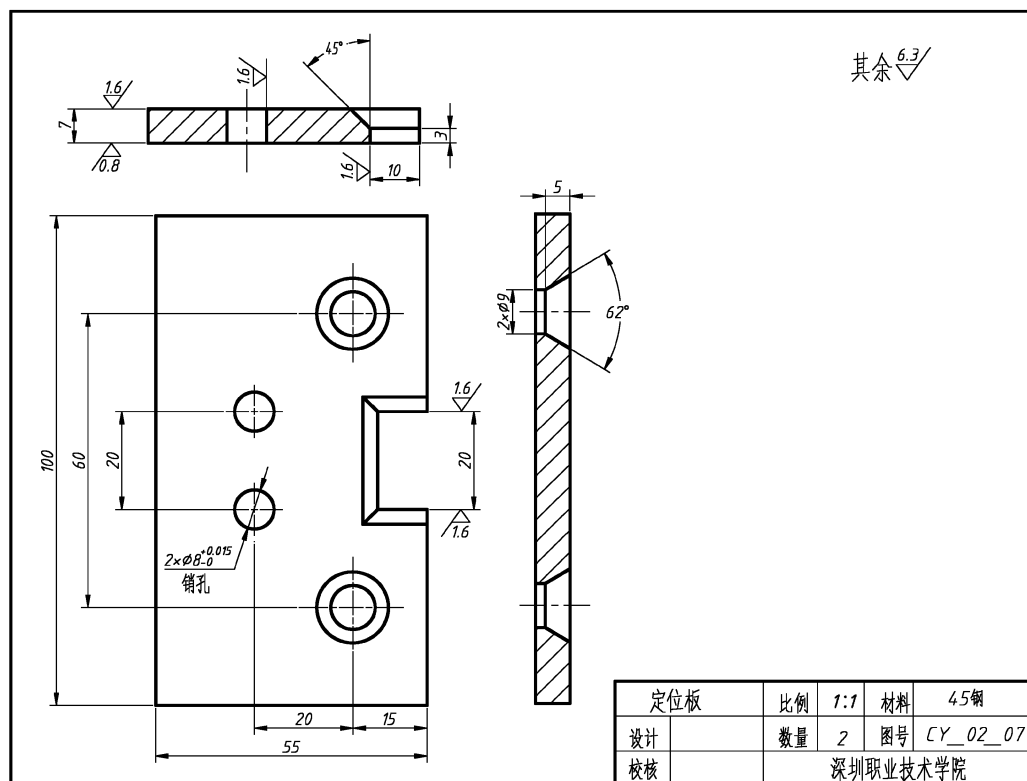
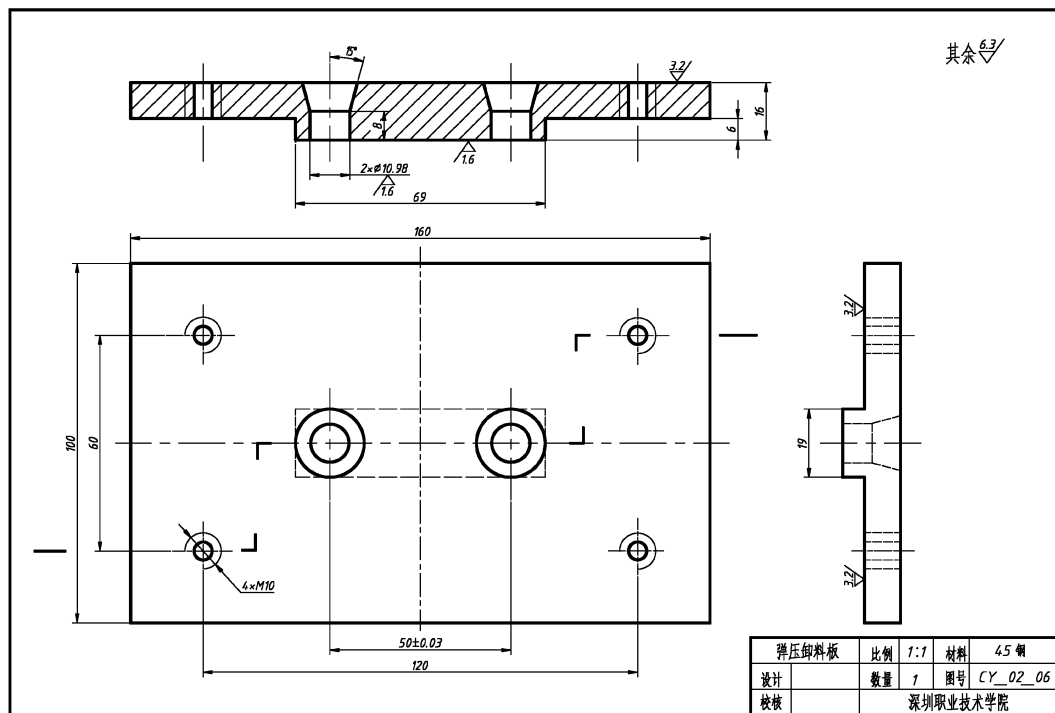
技术要求

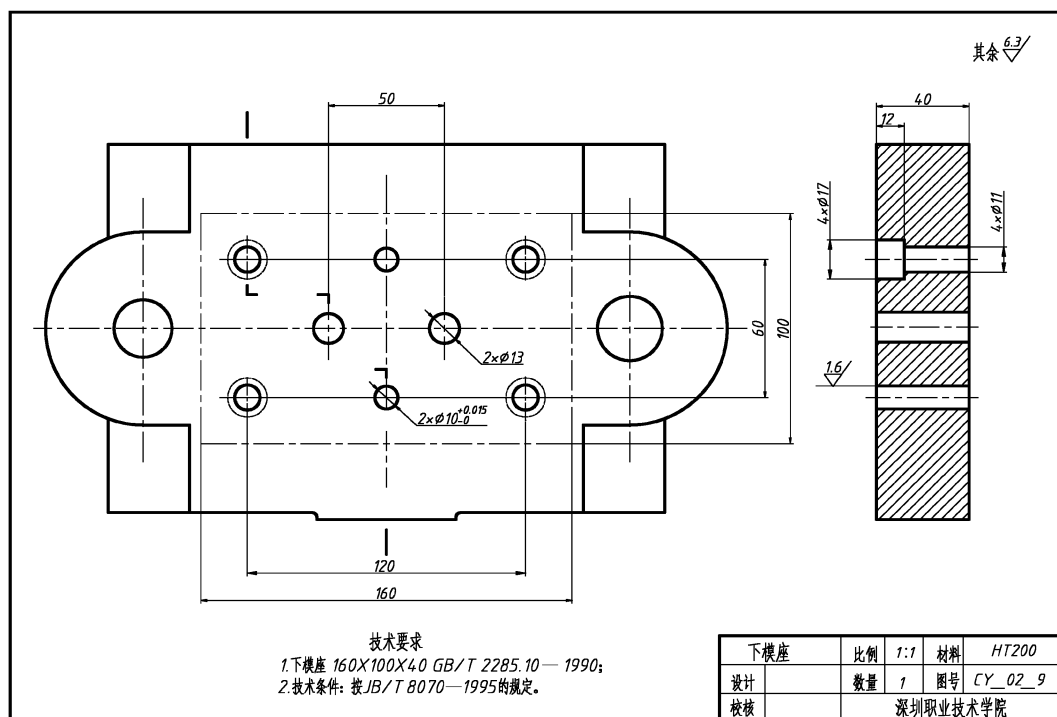
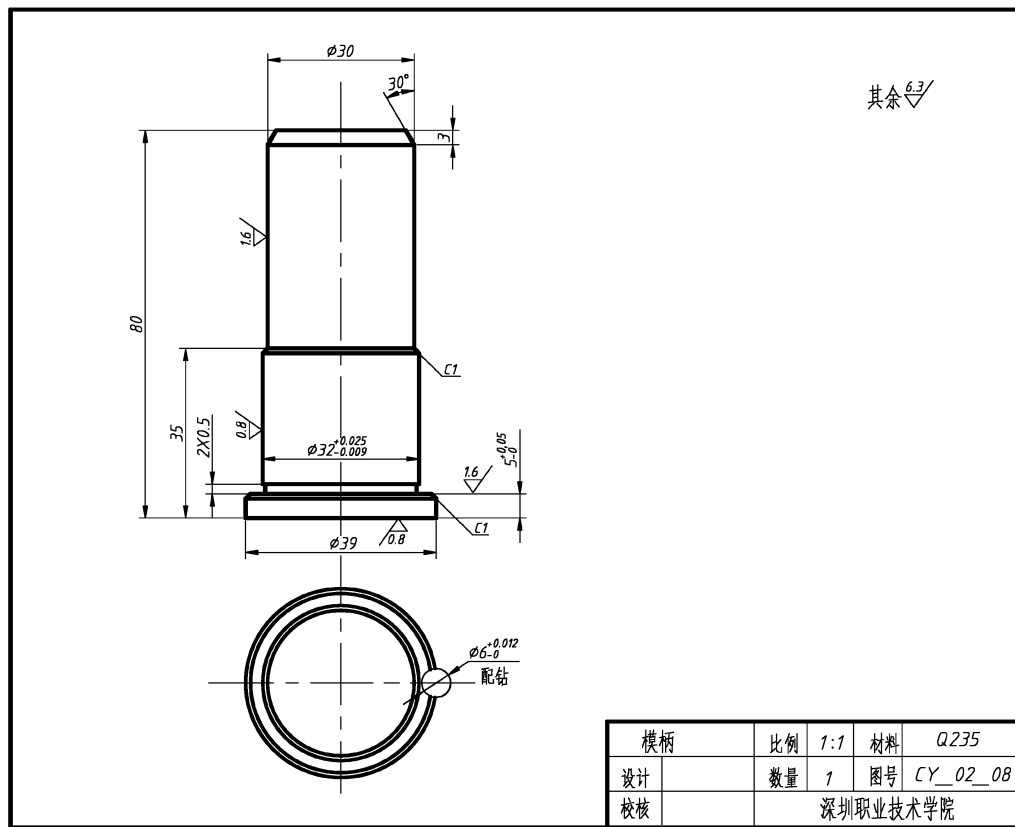
热处理: 60~62HRC。

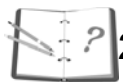
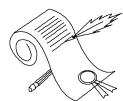
凹模	比例	1:1	材料	Cr12MoV
设计	数量	2	图号	CY_02_01
校核				深圳职业技术学院













- ① 按比例画出每一个凸模刃口的轮廓位置。
- ② 在适当位置画出坐标轴 x 、 y 。
- ③ 分别计算各凸模刃口轮廓的压力中心的坐标 x_1 、 x_2 、 x_3 、...、 x_n 和 y_1 、 y_2 、 y_3 、...、 y_n 。
- ④ 分别计算凸模刃口轮廓的周长 L_1 、 L_2 、 L_3 、...、 L_n 。
- ⑤ 根据力学原理，可得模具压力中心坐标 (x_0, y_0) 。

$$x_0 = \frac{L_1 x_1 + L_2 x_2 + \cdots + L_n x_n}{L_1 + L_2 + \cdots + L_n} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i x_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (2-15)$$

$$y_0 = \frac{L_1 y_1 + L_2 y_2 + \cdots + L_n y_n}{L_1 + L_2 + \cdots + L_n} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i y_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (2-16)$$

2.6.2 阶梯结构凸模

在多凸模冲裁中，将凸模做成不同的高度，可使各凸模不同时接触材料，避免各凸模最大冲裁力同时出现，达到降低冲裁力的目的。阶梯结构凸模如图 2-18 所示。

阶梯凸模不仅能够减小冲孔力，而且在多个直径相差悬殊，距离又很近的凸模冲孔时，还能避免小直径凸模由于承受材料流动挤压力的作用而产生折断或倾斜的现象，因而减少磨损，提高寿命。

一般将小直径凸模做成短的，凸模高度差 h 根据料厚决定：当料厚 $t \leq 3$ 时， $h=t$ ；当料厚 $t > 3$ 时， $h=0.5t$ 。

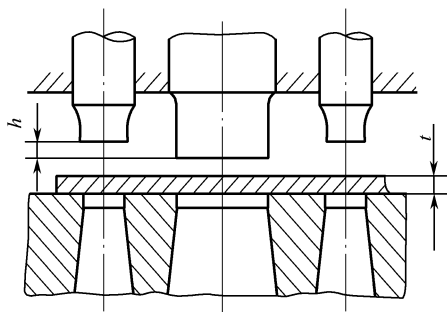


图 2-18 阶梯冲模

2.6.3 子母冲

子母冲的结构及尺寸如图 2-19 所示，该结构可防止跳屑。对于圆形子母冲设计者不需出图，按生产厂家代号采购。

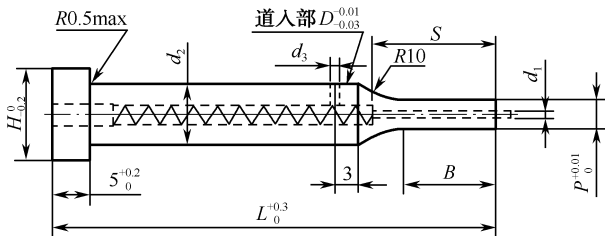


图 2-19 子母冲的结构及尺寸

2.6.4 斜刃冲模

斜刃冲裁时，材料是逐步分离的，可以减少冲裁力和冲裁时的振动和噪声。其结构应对称分布，避免偏移的侧向力，啃坏刃口。为了获得平整的工件，落料时，凸模应做成平刃口，凹模做成斜刃（图 2-20（a）、图 2-20（b）），冲孔时，凹模应做成平刃，凸模做成斜刃（图 2-20（c）、图 2-20（d）、图 2-20（e）、图 2-20（f））。这样冲出的孔平整而废料弯曲。

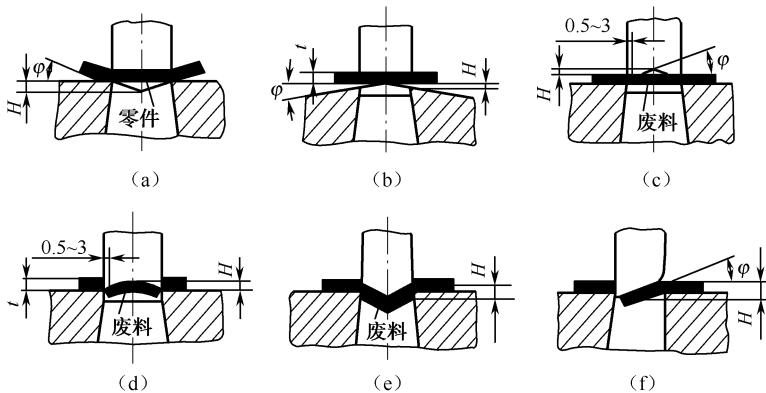


图 2-20 斜刃冲模



2.7 复习思考题

1. 形状不规则冲裁制件的冲压力及压力中心的计算方法？
2. 如何用分别加工法计算冲孔模凸、凹模刃口尺寸？
3. 冲裁模具有哪些标准件？如何选用？



2.8 技能训练

深圳职业技术学院

shenzhen polytechnic

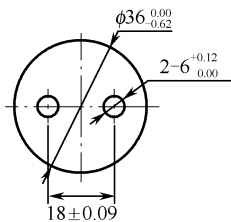
实训(验)项目单

Training Item

编制部门 Dept.: 模具设计制造实训室

编制人 Name: 匡和碧

编制日期 Date: 2008-12

项目编号 Item No.	CY02	项目名称 Item	圆形垫片单工序冲孔 模设计	训练对象 Class	三年制	学时 Time	7
课程名称 Course	冲压模具设计		教材 Textbook	冲压模具设计			
目的 Objective							
实训（验）内容（Content）							
圆形垫片单工序冲孔模设计							
1. 图样及技术要求	<p>零件名称：圆形垫片</p> <p>材料：Q235，厚度 1.0mm</p> <p>生产批量：大批量</p> <p>零件简图：如图 CY_LX_02 所示</p> <div><p>CY_LX_02</p></div>						
2. 生产工作要求	大批量，毛刺不大于 0.12mm						
3. 任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、非标零件图 7~10 张（采用 AutoCAD）						
4. 完成任务的思路	为了能使本项目顺利完成，应按照表 2-12 “连接片单工序冲孔模设计工作引导文” 的提示，并参考教材中的设计实例进行模具设计工作，在设计过程中掌握相关的知识技能						

项目三 V 形弯曲模设计

项目名称：V 形支架弯曲模设计



学习目标

1. 能够对 V 形弯曲件进行弯曲工艺分析；
2. 能够计算 V 形弯曲件展开尺寸（毛坯尺寸）；
3. 能够进行 V 形弯曲回弹分析计算；
4. 能够计算 V 形弯曲模凸，凹模工作部分尺寸；
5. 能够设计 V 形弯曲模总体结构；
6. 能够设计非标模座；
7. 能够设计弹性顶件装置。



技能（知识）点

1. V 形弯曲工艺分析；
2. V 形弯曲件展开尺寸（毛坯尺寸）计算；
3. V 形弯曲回弹分析计算；
4. V 形弯曲模凸，凹模工作部分尺寸计算；
5. V 形弯曲模总体结构；
6. V 形弯曲模弹性顶件装置设计；
7. 非标准模座设计。



3.1 引导案例

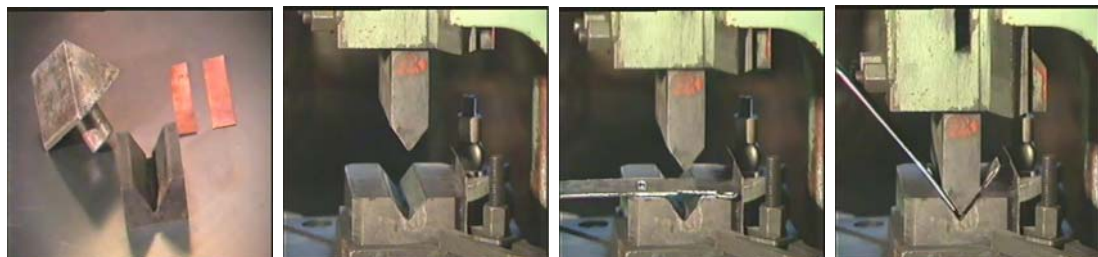
3.1.1 V 形弯曲产品及 V 形弯曲工艺

图 3-1 所示的是日常生活中常见的 V 形弯曲产品。

图 3-2 所示的是 V 形弯曲模及其工作过程。凸模固定在压力机的滑块上，并随滑块上下运动，形成模具的开模、合模动作。开模时送入板料，合模时，凸、凹模将板料压弯成所需形状。



图 3-1 板材 V 形弯曲产品



(a) V 形弯曲模具凸、凹模

(b) 开模

(c) 送入板料

(d) 合模（弯曲成形）

图 3-2 V 形弯曲模具及其工作过程

3.1.2 弯曲变形过程

图 3-3 所示的是板料压弯成 V 形件的变形过程。

如图 3-3 (a) 所示，在弯曲开始阶段，当凸模下压与板料接触时，在此接触部分便加上了集中载荷，此载荷与对毛坯起支撑作用的凹模肩部的支撑力构成弯矩，使毛坯产生弯曲。

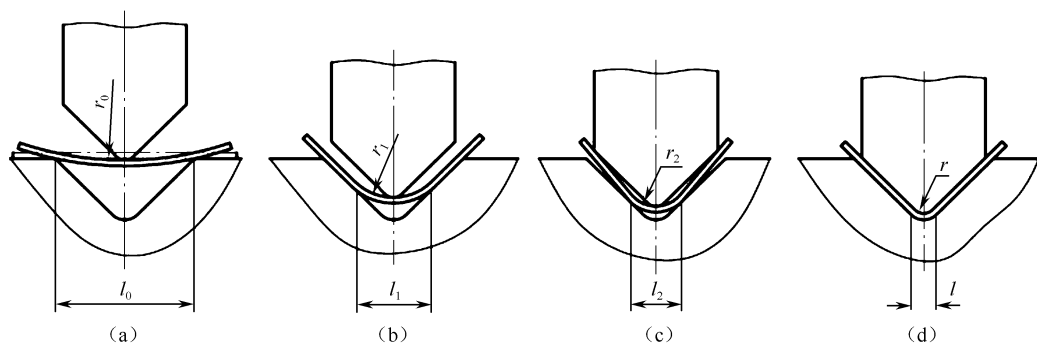


图 3-3 弯曲变形过程

随着凸模的下压，毛坯与凹模工作表面逐渐靠紧，弯曲半径由 r_0 变为 r_1 ，弯曲力臂也由 $l_0/2$ 变为 $l_1/2$ ，如图 3-3 (b) 所示。

凸模继续下压，毛坯弯曲半径继续减小，直到毛坯与凸模三点接触，此时弯曲半径已由 r_1 变为 r_2 ，毛坯的直边部分开始向回弯曲，逐步贴向凹模工作表面，如图 3-3 (c) 所示。

到凸模行程终了时，凸、凹模对毛坯进行校正，使其圆角、直边与凸模全部贴合，最终形成 V 形弯曲件，如图 3-3 (d) 所示。



3.1.3 弯曲变形特点及变形参数

1. 弯曲变形特点

如图 3-4 所示,在一定厚度的板料侧面画出正方形网格,然后将板料进行弯曲,观察网格的变化,可以看出弯曲时变形时有如下特点。

① 圆角部分是变形区,直边部分是不变形区。弯曲时,在弯曲角(θ)的范围内,网格发生显著变化,而直边部分网格基本不变。因而可知,弯曲变形仅发生在弯曲件的圆角部分,直边部分不产生塑性变形。

② 板料中性层在弯曲前后长度保持不变,弯曲后向弯曲内侧偏移了一段距离。分析网格的纵向线条变化可以看出,变形区内侧网格线缩短,外侧网格线伸长,即在弯曲变形区内,纤维沿纵向变形是不同的。内侧材料沿纵向受到压缩,外侧材料受到拉伸,且压缩与拉伸的程度都是表层最大,向中间逐渐减小,在内、外侧之间必然存在着一个长度保持不变的中性层(图 3-4 中的 $o-o$ 位置)。

③ 弯曲时存在回弹现象。弯曲工件的角度和圆角半径往往与模具不一致。这是因为压弯过程并不完全是材料的塑性变形过程,其弯曲部位还存在着弹性变形。所以,在压弯力卸载后,压弯制件的形状与模具的形状并不完全一致,这种现象称为回弹。

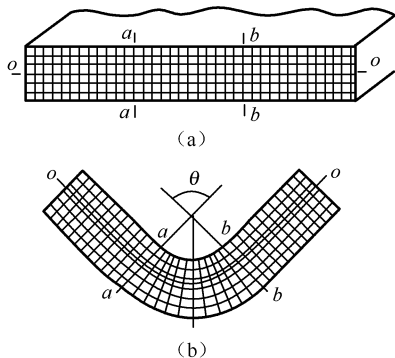


图 3-4 弯曲变形分析图

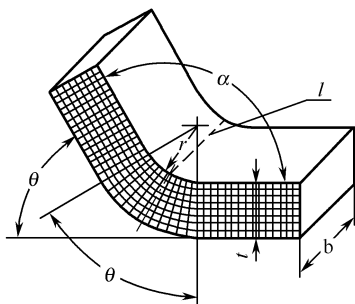


图 3-5 弯曲变形参数

2. 弯曲变形参数

如图 3-5 所示,设坯料厚度为 t , 宽度为 b , 弯曲的变形的特征参数有。

(1) 相对弯曲半径 r/t

变形后坯料内侧圆角半径 r 与坯料厚度 t 的比值 r/t 。

(2) 制件角 α

坯料产生弯曲变形后,坯料的一部分与另一部分之间的夹角,也往往是制件图上标注的角度。

(3) 弯曲线 l

制件角 α 的平分面与坯料内表面相交得到的直线。



(4) 弯曲角 θ

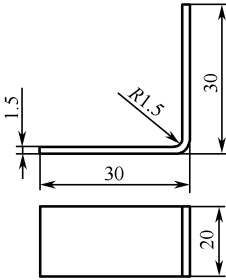
坯料产生弯曲变形后，以弯曲线为界，坯料的一部分相对于另一部分发生的转角，也就是弯曲变形区中心角。



3.2 任务分析

如表 3-1 所示，本项目是设计一副 V 形弯曲模，要求编写计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 5~7 张（采用 AutoCAD 绘制）。

表 3-1 V 形支架弯曲模设计任务书

班级： 姓名： 学号：	
名 称	图样及技术要求
工作对象 (如零件)	<div>零件名称：V 形支架</div> <div>材料：Q235</div> <div>材料厚度：1.5mm</div> <div>生产批量：大批量</div> <div>零件简图：如图 CY-03 所示</div> <div></div> <div>图 CY-03</div>
生产工作 要求	弯曲件角度为 $90^\circ \pm 2^\circ$ ，无裂纹，无翘曲
任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具装配图 1 张、零件图 5~7 张（采用 AutoCAD 绘制）
完成任务 的思路	为了能使本项目顺利完成，应参照表 3-11 “V 形支架弯曲模模设计工作引导文”的提示，进行模具设计工作，在设计过程中掌握相关的知识技能



3.3 相关知识

3.3.1 V 形弯曲件的结构工艺设计规范

1. 弯曲件的形状

弯曲件的形状应力求简单、对称。当冲压不对称的弯曲件时，因受力不均匀，毛坯容易偏移，尺寸不易保证。



2. 最小弯曲半径

弯曲件的最小弯曲半径不得小于表 3-2 所列的数值，否则会造成变形区外层材料破裂。

表 3-2 最小弯曲半径

材料	退火状态		冷作硬化状态	
	弯曲线位置			
	垂直纤维	平行纤维	垂直纤维	平行纤维
08、10、Q195、Q215	0.1 <i>t</i>	0.4 <i>t</i>	0.4 <i>t</i>	0.8 <i>t</i>
15、20、Q235	0.1 <i>t</i>	0.5 <i>t</i>	0.5 <i>t</i>	1.0 <i>t</i>
25、30、Q255	0.2 <i>t</i>	0.6 <i>t</i>	0.6 <i>t</i>	1.2 <i>t</i>
35、40、Q275	0.3 <i>t</i>	0.8 <i>t</i>	0.8 <i>t</i>	1.5 <i>t</i>
55、50	0.5 <i>t</i>	1.0 <i>t</i>	1.0 <i>t</i>	1.7 <i>t</i>
55、60	0.7 <i>t</i>	1.3 <i>t</i>	1.3 <i>t</i>	2.0 <i>t</i>
铝	0.1 <i>t</i>	0.35 <i>t</i>	0.5 <i>t</i>	1.0 <i>t</i>
纯铜	0.1 <i>t</i>	0.35 <i>t</i>	1.0 <i>t</i>	2.0 <i>t</i>
软黄铜	0.1 <i>t</i>	0.35 <i>t</i>	0.35 <i>t</i>	0.8 <i>t</i>
半硬黄铜	0.1 <i>t</i>	0.35 <i>t</i>	0.5 <i>t</i>	1.2 <i>t</i>
磷铜	—	—	1.0 <i>t</i>	3.0 <i>t</i>

3. 孔的边缘至弯曲半径 *r* 中心的距离

如果工件在弯曲线附近有预先冲出的孔，在弯曲时材料的流动会使原有的孔变形。为了避免这种情况，必须使这些孔分布在变形区以外的部位。

如图 3-6 所示，设孔的边缘至弯曲半径 *r* 中心的距离为 *L*，则

当 *t*<2mm 时， $L \geq t$ (3-1)

当 *t*≥2mm 时， $L \geq 2t$ (3-2)

4. 弯曲件精度

弯曲工艺所能达到的尺寸精度和角度精度如表 3-3 及表 3-4 所示，要达到精密级的精度需加整形工序。

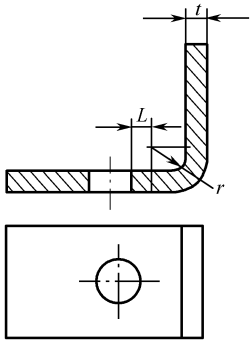


图 3-6 弯曲件的孔边距

表 3-3 弯曲工艺的尺寸精度

材料厚度	精度等级					
	经济级			精密级		
<i>t</i> /mm	A	B	C	A	B	B
≤1	IT13	IT15	IT16	IT11	IT13	IT13
>1~4	IT14	IT16	IT17	IT12	IT13~IT14	IT13~IT14



表 3-4 弯曲工艺的弯角精度

弯角短边 尺寸/mm	>1~6	>6~10	>10~25	>25~63	>63~160	>160~400
经济级	$\pm (1^{\circ}30' \sim 3^{\circ})$	$\pm (1^{\circ}30' \sim 3^{\circ})$	$\pm (50' \sim 2^{\circ})$	$\pm (50' \sim 2^{\circ})$	$\pm (25' \sim 2^{\circ})$	$\pm (15' \sim 30')$
精密级	$\pm 1^{\circ}$	$\pm 1^{\circ}$	$\pm 30'$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$

3.3.2 V 形弯曲回弹值计算规范

如图 3-7 所示, 在弯曲模具闭合时, 工件的制件角、弯曲半径与凸模工作部分一样, 分别为 α 和 r ; 当弯曲模具打开时, 弯曲力消失, 工件由于弹性恢复, 发生回弹, 其制件角和弯曲半径分别变为 α_0 和 r_0 。

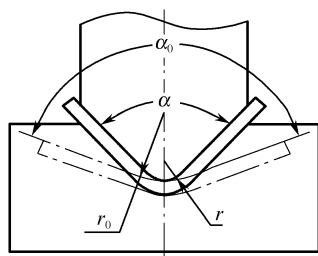


图 3-7 弯曲回弹

1. 小变形程度 ($r \geq (5 \sim 8)t$) 自由弯曲时的回弹值

当要求工件的弯曲圆角半径为 r , 弯曲角为 θ 时, 可用下列公式计算弯曲凸模的圆角半径、弯曲角。

$$r_p = \frac{r}{1 + 3 \frac{\sigma_s r}{Et}} \quad (3-3)$$

$$\alpha_p = 180^{\circ} - \frac{r}{r_p} \theta \quad (3-4)$$

式中 r_p ——弯曲凸模圆角半径 (mm);

r ——工件圆角半径 (mm);

σ_s ——材料屈服点 (MPa);

E ——材料弹性模量;

t ——材料厚度 (mm);

θ ——工件弯曲角 ($^{\circ}$);

α_p ——凸模角 ($^{\circ}$)。

2. 大变形程度 ($r < (5 \sim 8)t$) 自由弯曲时的回弹值

当 $r < (5 \sim 8)t$ 时, 工件的弯曲半径一般变化不大, 只考虑角度回弹。对于弯曲中心角为 90° 时的 V 形自由弯曲, 其角度回弹值可查表 3-5 确定。

当弯曲中心角不为 90° 时, 其回弹角度值可用式 (3-5) 计算。

$$\Delta\alpha = \frac{\alpha}{90} \Delta\alpha_{90} \quad (3-5)$$

式中 $\Delta\alpha$ ——工件弯曲中心角为 α 时的回弹角 ($^{\circ}$);

α ——工件弯曲中心角 ($^{\circ}$);

α_{90} ——工件弯曲中心角为 90° 时时回弹角 ($^{\circ}$), 见表 3-5。

表 3-5 自由弯曲 90° 时平均回弹角 $\Delta\alpha_{90}$

材料	r/t	材料厚度 t/mm		
		<0.8	0.8~2	>2
软钢 ($\sigma_s = 350\text{MPa}$)	<1	4°	2°	0°
黄铜 ($\sigma_s = 350\text{MPa}$)	1~5	5°	3°	1°
铝和锌	>5	6°	4°	2°
中硬钢 ($\sigma_s = 400 \sim 500\text{MPa}$)	<1	5°	2°	0°
硬黄铜 ($\sigma_s = 350 \sim 400\text{MPa}$)	1~5	6°	3°	1°
硬青铜 ($\sigma_s = 350\text{MPa}$)	>5	8°	5°	3°
硬钢 ($\sigma_s > 550\text{MPa}$)	<1	7°	4°	2°
	1~5	9°	7°	3°
	>5	12°	5°	6°
硬铝 LV12	<2	2°	3°	4°
	1~5	4°	6°	8°
	>5	6°	10°	14°

3.3.3 弯曲件的展开长度计算

中性层在弯曲过程中的长度，保持不变，因此，弯曲件的展开长度可按中性层长度计算。如图 3-8 所示，中性层半径的大小可按式（3-6）计算。

$$\rho = r + kt \tag{3-6}$$

式中 ρ ——中性层半径（mm）；
 r ——弯曲半径（mm）；
 k ——中性层位置因子（mm），由表 3-6 查出；
 t ——材料厚度（mm）。

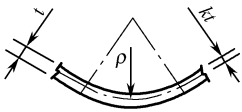


图 3-8 中性层位置

表 3-6 中性层位置因子 k 与 r/t 比值的关系

r/t		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
k		0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28
r/t	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	7.5
k	0.31	0.33	0.36	0.37	0.40	0.42	0.44	0.46	0.5

3.3.4 V 形弯曲力计算

弯曲力是指工件完成预定弯曲时需要压力机所施加的压力。弯曲力不仅与材料品种、材料厚度、弯曲几何参数有关，并且同凸、凹模间隙大小等因素有关。



V 形自由弯曲力的计算

$$F_1 = 0.6KBt^2\sigma_b / (r + t) \quad (3-7)$$

式中 F_1 ——V 形自由弯曲力 (N);
 B ——弯曲件宽度 (mm);
 t ——弯曲件材料厚度 (mm);
 r ——弯曲半径 (mm);
 σ_b ——材料抗拉强度 (MPa);
 K ——安全因子, 一般取 $K=1.3$ 。

校正弯曲力的计算

$$F_2 = qA \quad (3-8)$$

式中 F_2 ——校正弯曲力 (N);
 A ——工件被校正部分投影面积 mm^2 ;
 q ——单位校正力 MPa, 见表 3-7。

表 3-7 单位校正力 q (MPa)

材料	材料厚度/mm			
	≤1	>1~2	>2~5	>5~10
铝	10~15	15~20	20~30	30~40
黄铜	15~20	20~30	30~40	40~60
10 钢、15 钢、20 钢	20~30	30~40	40~60	60~80
25 钢、30 钢、35 钢	30~40	40~50	50~70	70~100

若弯曲模设有顶件装置或压料装置, 其顶件力 (或压料力) F_D (或 F_Y) 可近似取自由弯曲力的 30%~80%, 即

$$F_D = (0.3 \sim 0.8) F_1 \quad (3-9)$$

对于有顶 (压) 料装置的自由弯曲, 压力机的压力应大于自由弯曲力与顶 (压) 料力之和, 即

$$F_{\text{压机}} \geq (1.2 \sim 1.3) (F_1 + F_D) \quad (3-10)$$

对于校正弯曲, 由于校正弯曲弯曲力比压料力或顶件力大得多, 故 F_Y 一般可以忽略, 即

$$F_{\text{压机}} \geq (1.2 \sim 1.3) F_{\text{校}} \quad (3-11)$$

3.3.5 V 形弯曲模的结构设计

V 形件弯曲模的典型结构如图 3-9 所示。主要由凹模 1、凸模 2、模柄 3、下模座 4、顶料销 5、弹簧套 6、挡料销 11 等零件组成。凸、凹模之间的间隙通过调整压力机的闭合高度确定, 模具导向精度仅由压力机滑块的导向精度决定。



顶料销在弯曲时起压料作用，可防止毛坯偏移，提高制件精度。弯曲后在弹簧作用下又起顶件作用。

该模具的特点是结构简单，在压力机上安装及调整方便，对材料厚度的公差要求不高，制件在弯曲终了时可得到一定程度的校正，因而回弹较小。

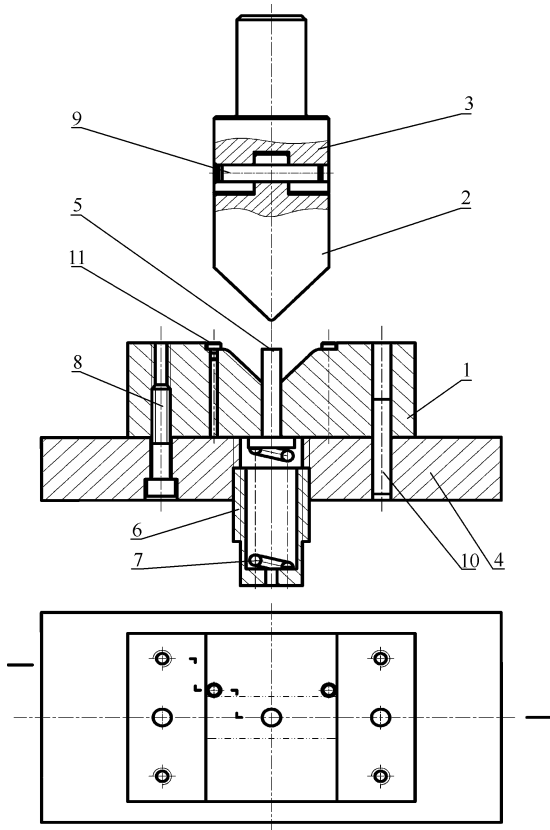


图 3-9 V 形件弯曲模

1—凹模；2—凸模；3—模柄；4—下模座；5—顶料销；6—弹簧套；7—弹簧；8—螺钉；9、10—销钉；11—挡料销

3.3.6 V 形弯曲模凸、凹模工作部分尺寸计算

如图 3-10 所示，对于 V 形弯曲模，工作部分尺寸是指凸模、凹模的圆角半径和凹模的深度。

1. 弯曲凸模的圆角半径 (r_p)

当弯曲件的相对弯曲半径 $r/t < 5 \sim 8$ ，且不小于 r_{\min}/t 时，凸模的圆角半径等于弯曲件的圆角半径；当弯曲件的圆角半径小于最小弯曲半径 r_{\min} 时，首次弯曲可先弯成较大的圆角半径，然后采用整形工序进行整形，使其满足弯曲件圆角的要求。

若弯曲件的相对弯曲半径 $r/t > 10$ ，精度要求较高时，由于圆角半径的回弹大，凸模的圆角半径应根据式 (3-3) 进行计算。

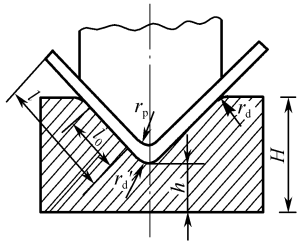


图 3-10 弯曲模结构尺寸



2. 凹模圆角半径 (r_d)

凹模圆角半径过小，坯料拉入凹模的滑动阻力大，使制件表面易擦伤甚至出现压痕。凹模圆角半径过大，会影响坯料定位的准确性。

凹模两边的圆角要求制造均匀一致，当两边圆角有差异时，毛坯两侧移动速度不一致，使其发生偏移。

生产中常根据材料的厚度来选择凹模圆角半径 r_d

$$\text{当 } t \leq 2\text{mm 时, 取 } r_d = (3 \sim 6) t \quad (3-12)$$

$$\text{当 } t = 2 \sim 4\text{mm 时, 取 } r_d = (2 \sim 3) t \quad (3-13)$$

$$\text{当 } t > 4\text{mm 时, 取 } r_d = 2t \quad (3-14)$$

凹模底部圆角半径 r'_d

$$r'_d = (0.6 \sim 0.8) (r_p + t) \quad (3-15)$$

3. 凹模深度 l_0

弯曲凹模深度 l_0 要适当。若过小，则制件两端的自由部分较长，弯曲件回弹大，不平直。若过大，则浪费模具材料，且需较大的压力机行程。

凹模深度 l_0 及底部最小厚度 h 可查表 3-8 确定。

表 3-8 V 形弯曲凹模深度 l_0 及底部最小厚度 h (mm)

弯曲件边长 l	板料厚度 t					
	<2		2~4		>4	
	h	l_0	h	l_0	h	l_0
>10~25	20	10~15	22	15	—	—
>25~50	22	15~20	27	25	32	30
>50~70	27	20~25	32	30	37	35
>75~100	32	25~30	37	35	42	40
>100~150	37	30~35	42	40	47	50

4. 凸、凹模之间的间隙

对于 V 形工件的弯曲，凸、凹模间隙靠调整压力机闭合高度来控制，设计时可以不考虑。

3.3.7 V 形弯曲模的模柄设计

对于 V 形弯曲模，一般采用槽形模柄，结构见附录 N3。

根据所选的压力机的滑块孔的尺寸确定模柄的直径和长度，根据计算出的模柄直径和长度，查附录 N3 选取标准槽形模柄。



3.3.8 非标下模座设计

V 形弯曲模的下模座一般采用非标模座，模座的长度应比凹模板长度大 50~100mm，其宽度可以略大于凹模板宽度，模座的厚度可参照相同周界尺寸的标准模座厚度确定。

3.3.9 弹性顶件装置设计

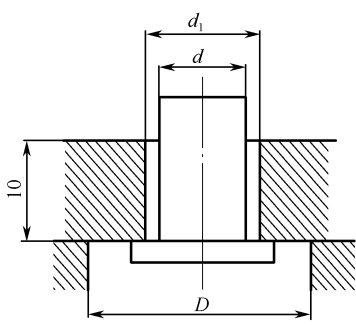


图 3-11 浮升销

V 形弯曲模一般采用浮升销（块）作为顶件装置，浮升销的结构如图 3-11 所示，浮升销规格见表 3-9。

合模时，应保证弹簧压缩量在最大压缩量之内，浮升（销）块的顶部必须能压入到凹模板合模面以内，开模时，应保证其顶部略低于凹模表面。

- 对于小型弯曲模，可按下述规范设计或选用浮升销。
- ① 一般选用 $\phi 8$ 的浮升销，若位置不够放时可适当选用 $\phi 4$ ， $\phi 6$ 两种规格的浮升销。
 - ② 当所需顶料力很大，位置又够放时可选用 $\phi 10$ 的浮升销（一般不予选用）。

③ 顶料销长度的选择，要注意参考以下原则：

- a. 保证图 3-11 中 “ ≥ 10 ” 这个尺寸。
- b. 选用标准长度。
- c. 顶出高度 $\leq 10\text{mm}$ ，一般选用 $\phi 8 \times 20$ 的顶料销；顶出高度 $> 10\text{mm}$ 时，选择其他标准规格的顶料销。

表 3-9 浮升销的规格形式

长度 品名	最短长度	长度	钻孔 (d_1)	背面消 孔外径 (D)	弹簧
$\phi 6$	10mm	每 5mm 为一阶到 50mmmm	$\phi 6.1$	$\phi 8.5$	配 $\phi 8$ 黄色弹簧
$\phi 8$	10mm	每 5mm 为一阶到 50mmmm	$\phi 8.1$	$\phi 10.5$	配 $\phi 10$ 黄色弹簧
$\phi 10$	10mm	每 5mm 为一阶到 50mmmm	$\phi 10.1$	$\phi 12.5$	配 $\phi 12$ 黄色弹簧



3.4 任务实施（步骤、方法、内容）

3.4.1 V 形支架弯曲模设计工作引导文

表 3-10 V 形支架弯曲模设计工作引导文

步骤	方法	内容	效果	时间 (min)
1	学习教材 3.1 节,观看动画、视频、听教师讲解	V 形弯曲模具基本组成,工作原理	掌握 V 形弯曲模具工作原理	10
2	学习教材 3.2 节,听教师讲解设计任务及要求	V 形弯曲模设计工作任务及要求	明确 V 形弯曲模设计工作任务的内容,要求	10
3	学习教材 3.3.1 节	对 V 形支架零件进行弯曲工艺分析	判断 V 形支架零件弯曲工艺的合理性	10
4	学习教材 3.3.3 节	V 形弯曲件的展开长度计算	确定毛坯尺寸	15
5	学习教材 3.3.4 节	弯曲力计算	确定总弯曲力	10
6	参考项目一	压机参数选择	初选冲压设备	10
7	学习教材 3.3.5 节	模具总体结构初步设计	确定模具总体结构,绘制模具总体结构草图	30
8	学习教材 3.3.7 节	弯曲模具工作部分口尺寸计算	确定弯曲模具工作部分口尺寸	30
9	参考项目一、项目二	凹模长、宽、高尺寸计算	确定凹模结构、尺寸	25
10	参考项目一	固定挡料销设计	确定标准固定挡料销型号、参数	10
12	参考附录 N3	模柄设计	确定标准槽形模柄参数	10
13	根据标准槽形模柄参数、凹模参数确定凸模尺寸	凸模结构尺寸计算	确定凸模结构、尺寸	30
14	学习教材 3.3.9 节	下模座设计	确定下模座结构、尺寸	10
15	参考项目一	计算模具闭合高度	校核压力机闭合高度与模具闭合高度是否相适应,否则重选压力机	10
16	学习教材 3.3.10 节	弹性件装置设计	顶杆,弹簧套结构,弹簧规格	20
17	参考项目一、项目二	螺钉、销钉参数	螺钉、销钉规格,数量	20
18	参考项目一、项目二	零件详细设计	模具零件图绘制	90
19	参考项目一、项目二	模具装配图绘制	模具装配图绘制	40
20		计算说明书整理及图纸整理、归档	计算说明书一份,零件图 7~8 张,装配图 1 张	30
合计				420



3.4.2 V形支架弯曲模设计实例

1. 冲压工艺分析

(1) 结构与尺寸分析

该支架的弯曲圆角半径 $R=1.5\text{mm}$ ，大于表 3-2 规定的最小弯曲半径 ($r_{\min}=0.5t=0.75\text{mm}$)，弯曲件两直边等长对称，因此，该 V 形支架零件的结构与尺寸符合弯曲工艺要求，属于典型的 V 型弯曲件。

该支架零件的最大尺寸为 30mm，属小型弯曲件。

(2) 精度分析

一般弯曲件可达到 IT12 级，该零件未注尺寸公差，按为 IT14 级处理，因此，本零件可以采用弯曲工艺生产。

(3) 材料分析

支承板材料为 Q235，材料的抗拉强度 375~460MPa，具有良好的弯曲性能。

综上所述，此工件形状、尺寸、精度、材料均满足弯曲工艺的要求，可用弯曲工艺加工。

2. 冲压工艺方案的确定

(1) 冲压工艺方案的确定

V 形弯曲模可以采用以下两种方案：

方案一：采用无导向的单工序弯曲模；

方案二：采用导柱导向的单工序弯曲模。

方案一的无导向单工序弯曲模结构简单、尺寸小、质量小、模具制造容易、成本低，它适合于精度要求低 V 形工件的弯曲。

方案二的导柱导向单工序弯曲模导向准确、可靠，能保证间隙均匀、稳定，因此一般应用在精度要求较高的工件弯曲，但比前种模具成本高。

由于本例 V 形弯曲件精度低，故采用无导向单工序弯曲模就能满足冲压工艺要求。

(2) V 形支架弯曲模结构形式的确定

操作方式选择：选择手工送料（单个毛坯）操作方式。

定位方式的选择：由于是单个毛坯，故选择定位板定位方式。

出件方式的选择：由于是单个毛坯，手动操作送进和定位，所以选择弹顶出件方式比较方便、合理。

以上只做粗略的选择，待工艺计算后，在模具装配草图设计时边修改边作具体的、最后的确定，弯曲模总体结构如图 3-9 所示。



3. 弯曲工艺计算

(1) 弯曲件的展开尺寸

坯料总长度应等于弯曲件直线部分和圆弧部分长度之和，查表 3-6 得中性层位移系数 $x=0.31$ 。

按式 (3-6) 计算其中性层半径 ρ

$$\rho = r + kt = 1.5 + 0.31 \times 1.5 = 1.97 \text{ (mm)}$$

弯曲件的展开尺寸： $L = 30 - 3 + 30 - 3 + 1.97 \times \pi / 2 \approx 57.1 \text{ (mm)}$

(2) 弯曲件的回弹值

因为 $r/t=1 < (5 \sim 8)t$ ，属大变形程度，只考虑角度回弹。

根据工件材料 Q235 的抗拉强度及材料厚度查表 3-5，可确定角度回弹值为： $\Delta\alpha = 2^\circ$ 。

4. 弯曲力的计算及压力机初选

(1) 自由弯曲力 F_1 按式 (3-7) 计算：

$$\begin{aligned} F_1 &= 0.6KBt^2\sigma_b / (r + t) \\ &= 0.6 \times 1.3 \times 20 \times 1.5^2 \times 400 / (1.5 + 1.5) = 4680 \text{ (N)} \end{aligned}$$

(2) 顶件力 F_D 按式 (3-10) 计算：

$$F_D = (0.3 \sim 0.8) F_1 = (0.3 \sim 0.8) \times 4680 \approx 1404 \sim 3744 \text{ (N)}$$

(3) 自由弯曲时，总冲压力 F_Z 按式 (3-11) 计算：

$$F_Z = F + F_D = 4680 + (1404 \sim 3744) = 6084 \sim 8424 \text{ (N)}$$

(4) 校正弯曲力 F_2 按式 (3-8) 计算：

$$F_2 = qA \approx 50 \times 2 \times 30 \times \cos 45^\circ \times 20 = 42420 \text{ (N)}$$

由于校正弯曲力比自由弯曲力大很多，因此，根据校正弯曲力查附录 B2，初步选择型号为 J23-10 的开式压力机，压力机参数为：

公称压力：100kN；

滑块行程：45mm；

压力机工作台面尺寸：240mm×370mm（前后×左右）；

压力机工作台漏料孔尺寸：130mm×200mm（前后×左右），台孔直径 $\phi 170$ mm；

滑块模柄孔尺寸： $\phi 30$ mm×55mm；

压力机最大闭合高度：180mm；

连杆调节量：35mm。

5. 凸、凹模工作部分的尺寸计算

(1) 弯曲凸模的圆角半径 r_p

当弯曲件的相对弯曲半径 $r/t < 5 \sim 8$ ，且不小于 r_{\min}/t 时，凸模的圆角半径取等于弯曲件的圆角半径，即 $r_p = 1.5$ mm。



(2) 凹模圆角半径 r_d

根据式 (3-12) 可得:

$$r_d = (3 \sim 6)t = 4.5 \sim 9.0\text{mm}, \text{ 取 } r_d = 5\text{mm}$$

(3) 凹模底部圆角半径 r'_d

根据式 (3-15) 可得:

$$r'_d = (0.6 \sim 0.8)(r_p + t) = 1.8 \sim 2.4\text{mm}, \text{ 取 } r'_d = 3.1\text{mm} \text{ (大于工件弯曲外半径)}$$

(4) 凹模深度 l_0 、凹模底部最小厚度 h

查表 3-8, 得弯曲凹模深度 $l_0 = 15 \sim 20\text{mm}$, 取 $l_0 = 20\text{mm}$; 凹模底部最小厚度 $h = 22\text{mm}$ 。

6. 主要零部件的初步设计

(1) 凹模

弯曲凹模宽度 (坯料宽度方向): 可在坯料宽的基础上每边增加 30~40mm。本例每边增加 30mm, 可确定凹模宽度 $B = 80\text{mm}$ 。

凹模高度: $H = h + l_0 \times \cos 44^\circ + r_d + 2.5 = 22 + 20 \times \cos 44^\circ + 5 + 2.5 = 43.9\text{mm}$ (其中 2.5mm 为定位台阶高度), 查附录 F, 确定凹模高度为 45mm。

凹模长度 (坯料长度方向): 在坯料宽的基础每边增加 30~40mm, 本例取 33mm, 据此可确定凹模长度 $L = 33 + 57.1 + 33 = 123.1\text{mm}$, 查附录 F, 确定凹模长度取整为 125mm。

因此, 可确定凹模结构尺寸为: 125mm×80mm×45mm。

(2) 下模座

对于 V 形弯曲模, 下模座一般不用开大尺寸的漏料孔, 因而其厚度可适当减少, 本例下模座厚度可取为 30mm。

下模座长度方向每边比凹模大 30~40mm, 以方便下模座在压力机台上的安装, 因此, 下模座长度可取为 200mm。

下模座宽度方向不用安装固定螺钉, 比凹模略大即可, 可取为 100mm。

因此, 可确定下模座结构尺寸为: 200mm×100mm×30mm。

(3) 模柄的选用

根据压力机滑块孔尺寸及模具结构, 选用标准槽形模柄 $\phi 30 \times 10$ GB 2862.4—81 · Q235

(4) 凸模

与模柄连接部分的结构尺寸根据选用的标准槽形模柄参数确定, 凸模宽度 (坯料宽度方向) 比坯料稍宽即可, 本例取为 60mm; 凸模长度 (坯料长度方向) 参照标准槽形模柄宽度, 取为 50mm; 凸模高度 (模柄下端面以下部分) 应大于工件高度, 本例取为 60mm。

(5) 顶杆

为方便取件, 本例采用弹压上顶出装置出件。参考 3.3.10 节, 顶杆小端直径取 $\phi 8\text{mm}$, 长度保证弯曲前顶杆端面与凹模上平面的坯料放置面平齐, 因此, 小端长度可取为 42mm; 顶杆大端直径取 $\phi 20\text{mm}$, 长度可取为 5mm。



(6) 弹簧

选配 $\phi 10$ 黄色弹簧,最大压缩量可取为顶杆行程,即20mm;根据附录C,弹簧长度可取为50mm。

(7) 弹簧套

当顶杆上端面被压入凹模表面以下后,下模座的厚度不足以安装弹簧及螺塞,因此增设弹簧套。

① 弹簧套内孔深度 h_3 应满足: $h_1+h_2+h_3-h_4\geq h_1+l_2$ 。

式中, h_1 为凹模底部最小厚度(22mm); h_2 为下模座厚度(30mm); h_4 为弹簧套与下模座配合长度(15mm,全长配合时30mm); l_1 为顶料销长度(47mm); l_2 为弹簧最大压缩后长度(30mm)。

代入以上各值,经计算得 $h_3\geq 40\text{mm}$,取 $h_3=45\text{mm}$ 。

② 弹簧套内、外直径。内径=顶料销大端直径+2mm,取为 $\phi 22\text{mm}$;侧壁厚度取为5.5mm,则外径为 $\phi 33\text{mm}$ 。

③ 弹簧套底部结构。底部为受力部位,厚度取为8mm,在冲压时会产生气流,在底部开设 $\phi 5$ 的排气孔。

④ 为方便弹簧套旋入下模座,侧壁铣深3mm平面。

(8) 挡料销的选用

根据坯料厚度,选择两个A6×4×10的挡料销定位。

(9) 螺钉

凹模与下模座采用4个M8螺钉连接。螺钉与凹模螺孔配合深度取 $(1\sim 1.5)d$,取20mm;下模座厚度30mm,台阶深度10mm,孔深度20,因此可确定螺钉型号为:M8×40。

(10) 销钉

凹模与下模座采用两个 $\phi 8$ 销钉连接,销钉与下模座全长配合,取30mm,与凹模配合深度取 $2d$,取15mm;因此可确定销钉型号为:M8×45。

上模与模柄采用两个 $\phi 8\times 45$ 的销钉连接。

7. 压力机参数校核

模具闭合高度=槽形模柄高+凸模高+料厚+凹模底部最小厚度+下模座厚度

$$=37+60+1.5+23.2+30=151.7\text{mm}$$

所选压力机最大闭合高度180mm,连杆调节量35mm,因此所选压力机满足要求。

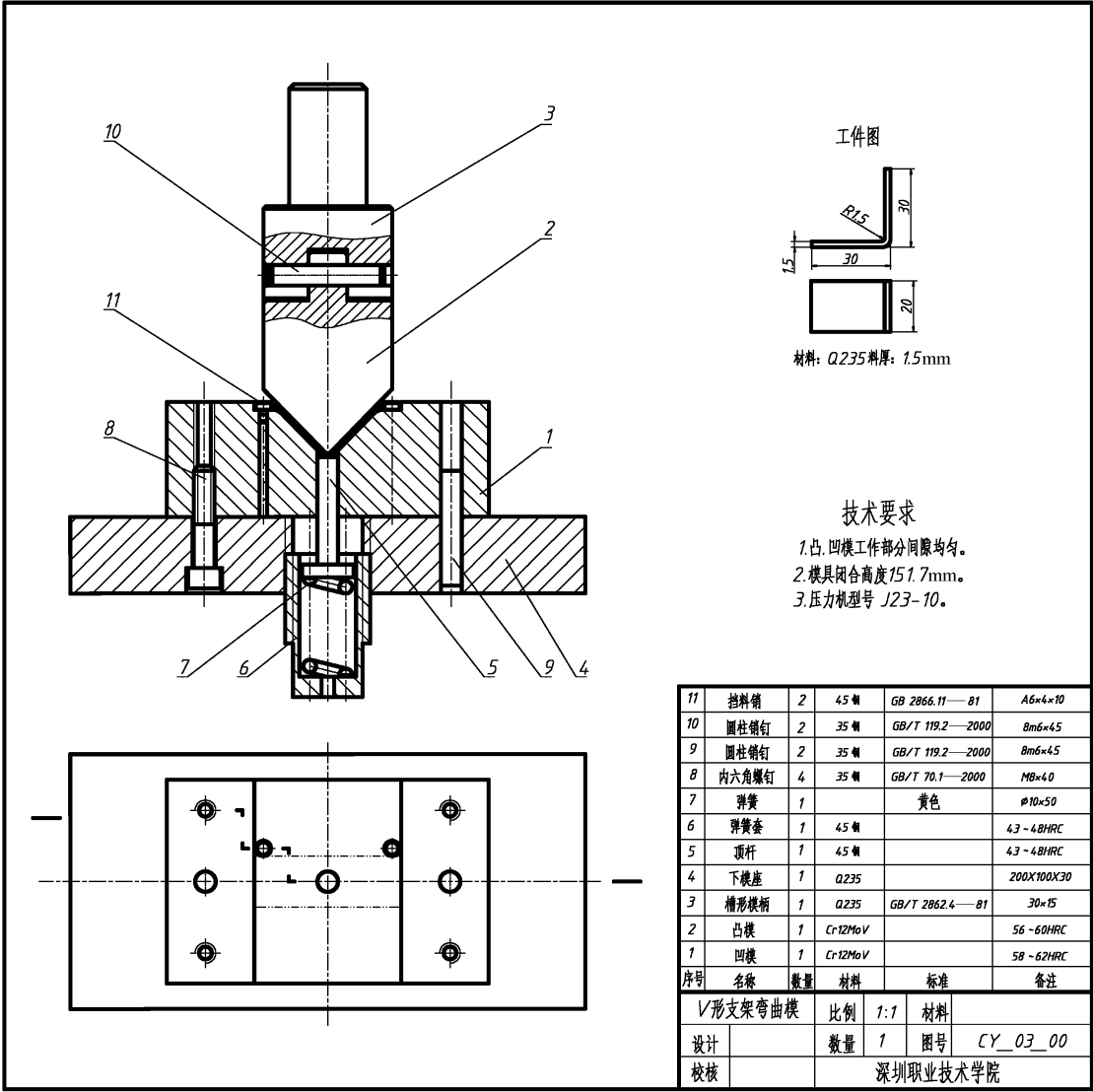
8. 主要零部件的详细设计

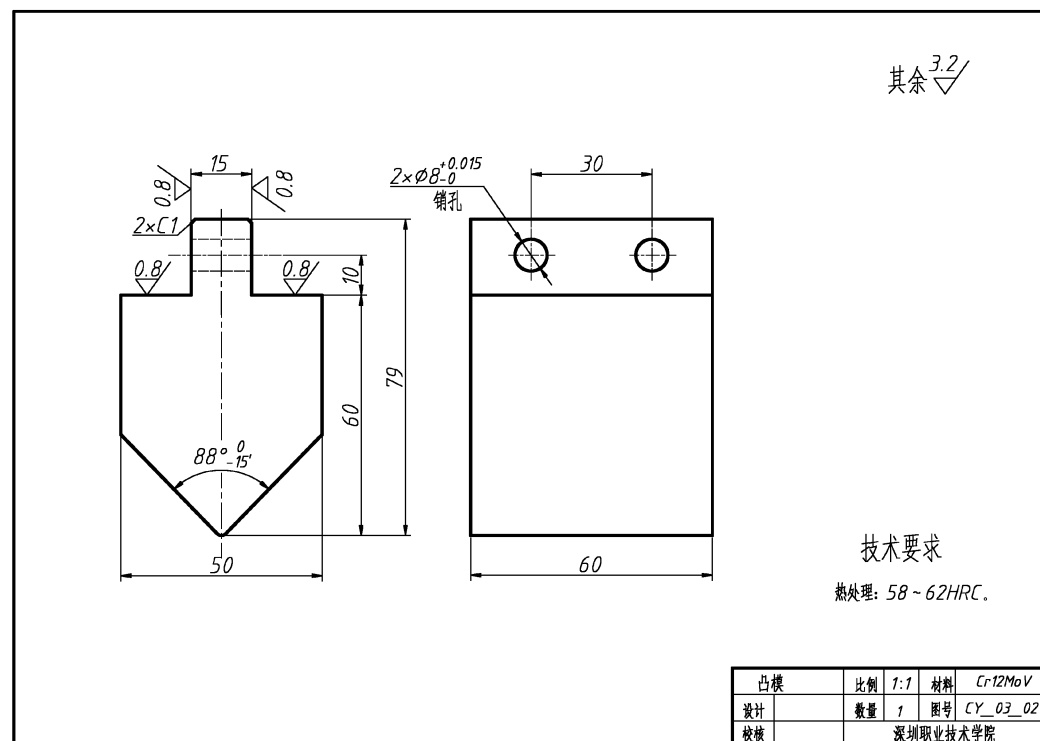
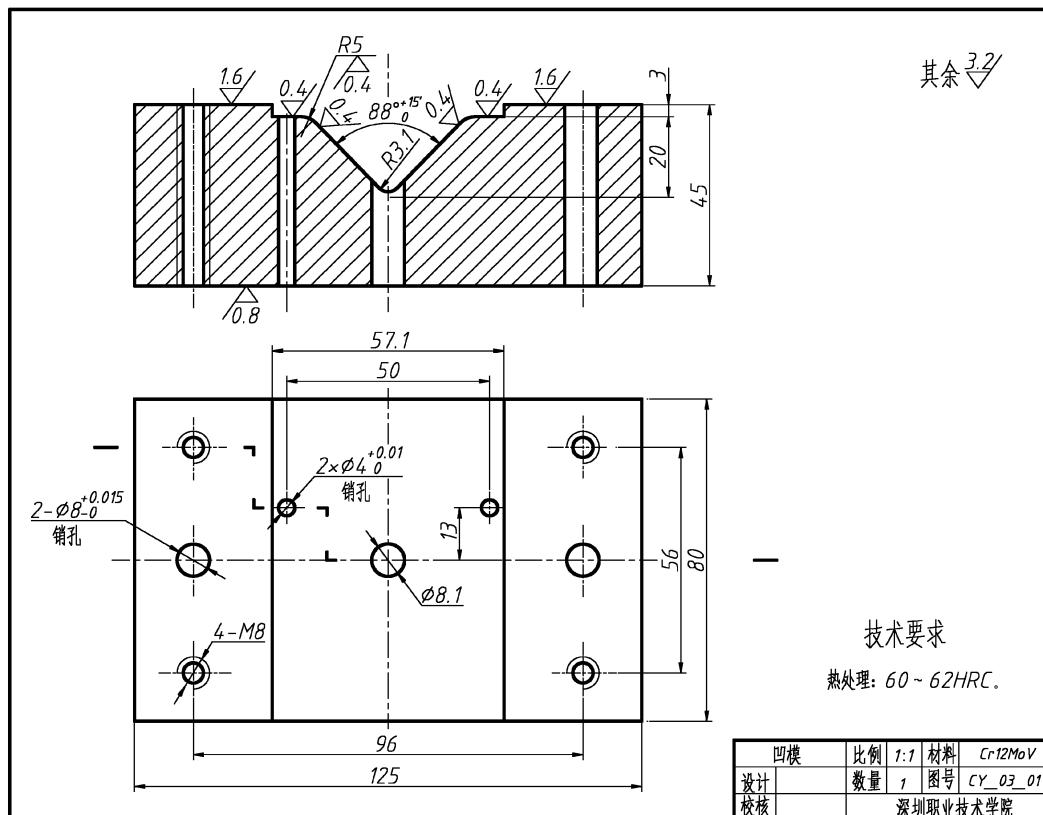
参考项目一及项目二主要零部件的详细设计方法进行设计,并绘制零件图、装配图如下:

(1) 凹模零件图见图CY_03_01。

(2) 凸模零件图见图CY_03_02。

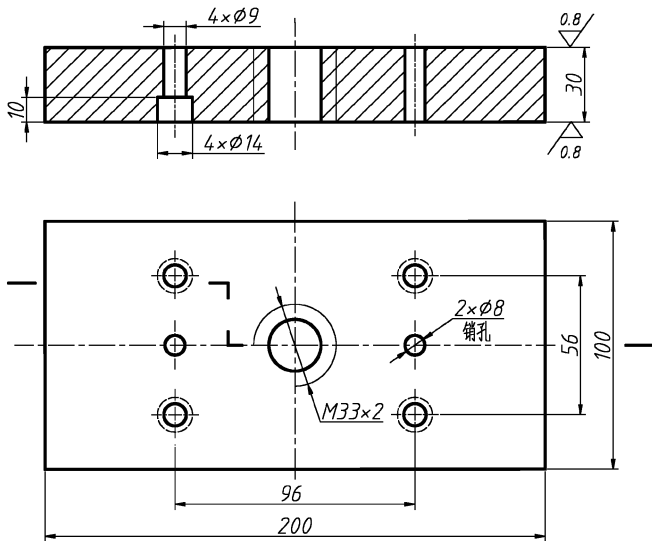
- (3) 下模座零件图见图 CY_03_03。
- (4) 弹簧套零件见图 CY_03_04。
- (5) 顶杆零件见图 CY_03_05。
- (6) 槽形模柄零件见图 CY_03_06。
- (7) 挡料销零件图见图 CY_03_07。
- (8) 模具装配图见图 CY_03_00。





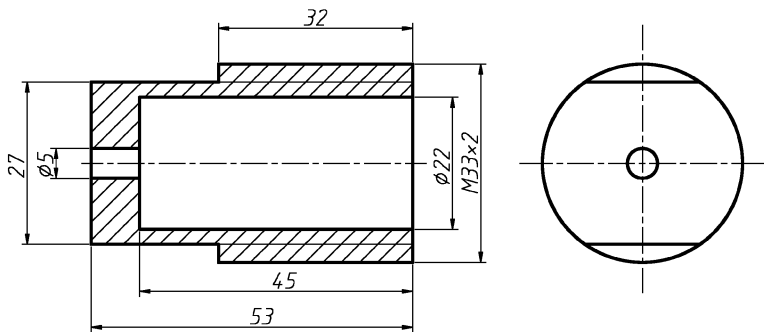


其余 $\sqrt[6.3]{}$



下模座	比例 1:1	材料	Q235
设计	数量 1	图号	CY_03_03
校核			深圳职业技术学院

其余 $\sqrt[3.2]{}$



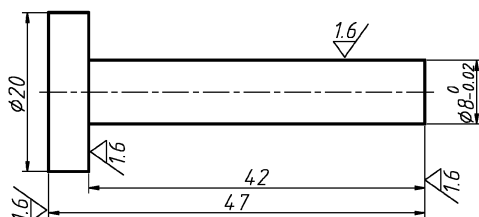
技术要求

热处理: 43~48HRC.

弹簧套	比例 1:1	材料	45钢
设计	数量 1	图号	CY_03_04
校核			深圳职业技术学院



其余 $\sqrt[3.2]{}$

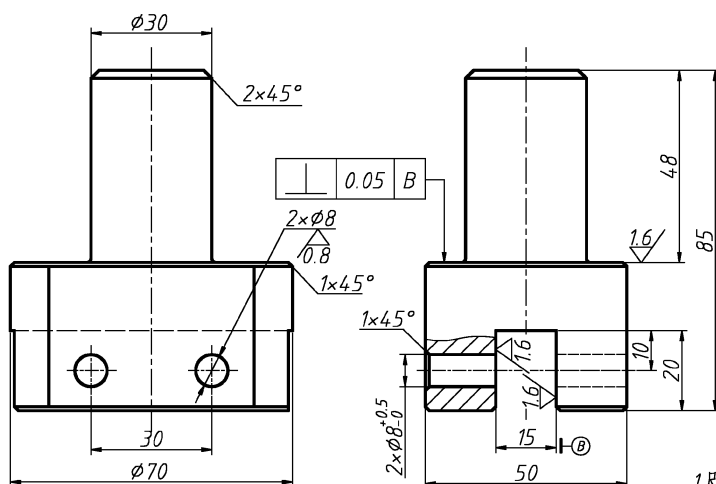


技术要求

热处理: 43~48HRC。

顶杆	比例 1:1	材料 45钢
设计	数量 1	图号 CY_03_05
校核		深圳职业技术学院

其余 $\sqrt[6.3]{}$

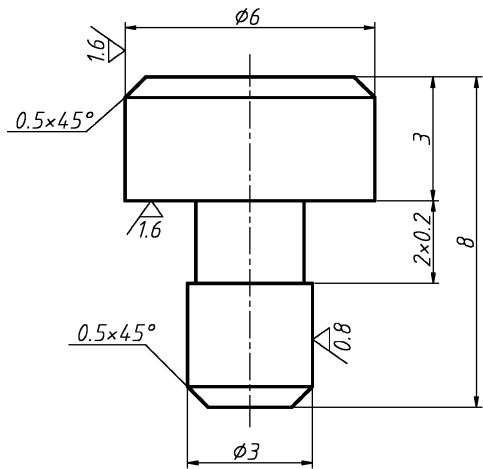


技术要求

1. 尺寸及精度: 按GB 2862.4—81;
2. 技术条件: 按GB 2870—81。

槽形模柄	比例 1:1	材料 Q235
设计	数量 1	图号 CY_03_06
校核		深圳职业技术学院

其余 6.3/



技术要求
热处理：42~46HRC。

挡料销	比例	5:1	材料	45钢
设计	数量	2	图号	CY_03_07
校核	深圳职业技术学院			



3.5 总结与回顾

本项目是设计一副单工序 V 形弯曲模，涉及弯曲工艺分析与工艺方案制定、弯曲模工作部分尺寸计算原则和方法、弯曲力计算、冲压设备的选择、V 形弯曲模典型结构、V 形弯曲模零部件设计及模具标准的应用等。

通过本项目的学习，应能对 V 形件进行弯曲工艺分析计算，能设计 V 形弯曲模。



3.6 拓展知识

3.6.1 其他弯曲方法

弯曲产品多种多样，弯曲方法也就很多。除本项目介绍的使用弯曲模压弯的工艺外，常见的弯曲方法还有折弯机上的折弯、拉弯机上的拉弯、辊弯机上的辊弯、辊压成形等多种方法，如图 3-12 示。

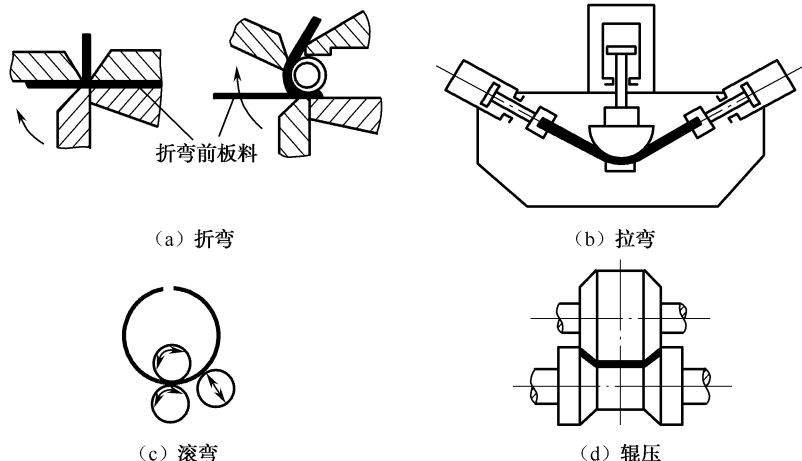


图 3-12 弯曲成形方法

3.6.2 Z 形件弯曲模

Z 形件弯曲模如图 3-13 所示。

冲压前，在橡皮 8 的作用下，压块 7 上端面与上模座下平面相距一定距离，活动凸模 10 与固定凸模 4 下端面齐平，弹性顶板 1 在下方缓冲器作用下与凹模顶面齐平。

冲压时，活动凸模 10 与弹性顶板 1 将坯料压紧，由于橡皮 8 产生的弹压力大于弹性顶板 1 下方缓冲器所产生的弹顶力，活动凸模 10 推动弹性顶板 1 向下移动，使坯料左端弯曲。

当顶板接触下模座 11 后，橡皮 8 压缩，固定凸模 4 相对于活动凸模 10 向下移动，将坯料右端弯曲成形。当压块 7 与上模座 6 相碰时，整个工件得到校正。

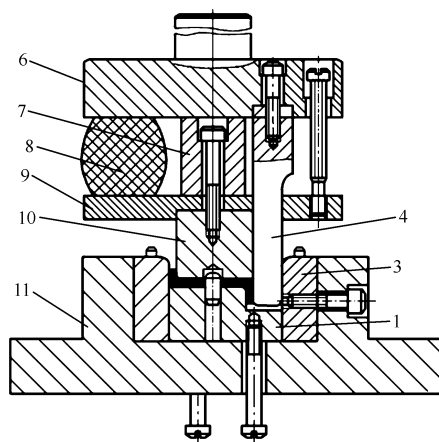


图 3-13 Z 形件弯曲模

1—顶板；2—定位销；3—反侧压块；4—凸模；5—凹模；6—上模座；7—压块；
8—橡皮；9—凸模托板；10—活动凸模；11—下模座

3.6.3 防止弯裂的措施

板料弯曲时，如果弯曲半径小于最小弯曲半径，弯曲时外层材料拉伸变形量过大，而使拉应力达到或超过抗拉强度，则板料外层将出现断裂，致使工件报废，这种现象称为弯裂。

防止弯裂的措施有：

① 将材料退火或在加热状态下弯曲，设法提高材料的塑性。

② 在厚板弯曲时，可采用预先开槽或压槽的方法，使弯曲部位的板料变薄，能防止弯曲部位开裂，如图 3-14 所示。

③ 弯曲线最好与板料纤维线垂直。用于冷冲压的材料大都属于轧制板材，轧制的板材在弯曲时各方向的性能是有差别的，纤维纹的方向就是轧制的方向。对于卷料或长的板料，纤维线与长边方向平行。作为弯曲用的板料，材料沿纤维线方向塑性较好，所以弯曲线最好与纤维线垂直。这样，弯曲时不容易开裂，如图 3-15 所示。如果在同一零件上具有不同方向的弯曲，在考虑弯曲件排样经济性的同时，应尽可能使弯曲线与纤维方向夹角 α 不小于 30 度，如图 3-16 所示。

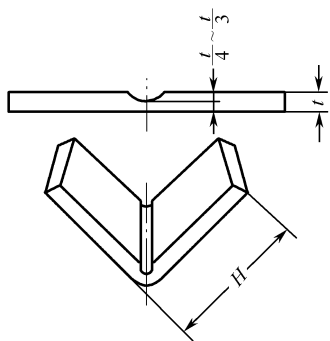


图 3-14 压槽

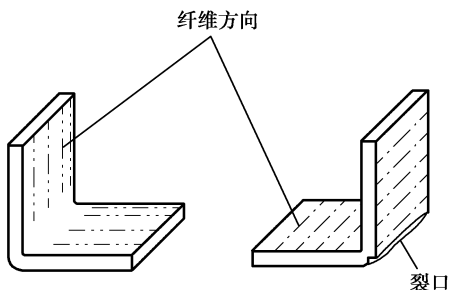


图 3-15 弯曲线与纤维线方向

④ 使有毛刺的一面作为弯曲件的内侧。弯曲件的毛坯往往是经冲裁落料而成的，其冲裁的断面一面是光亮的，另一面是有刺的。弯曲件尽量使有毛刺的一面作为弯曲件的内侧，如图 3-17 (a) 所示，当弯曲方向必须将毛刺面置于外侧时，应尺量加大弯曲半径，如图 3-17 (b) 所示。

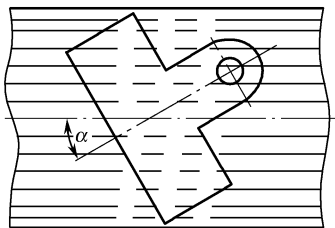


图 3-16 弯曲线与纤维方向夹角 α

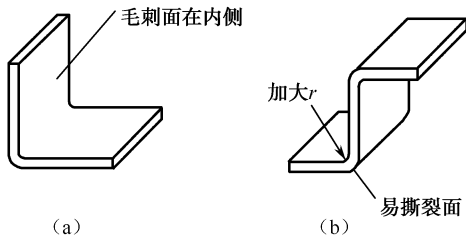


图 3-17 毛刺方向安排



3.7 复习思考题

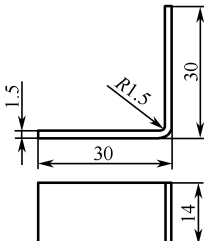
- 1. 如何计算 V 形弯曲模的工作部分尺寸？
- 2. V 形弯曲模间隙如何控制？



3.8 技能训练

深圳职业技术学院
shenzhen polytechnic
实训（验）项目单
Training Item

编制部门 Dept.: 模具设计制造实训室 编制 Name: 匡和碧 编制日期 Date: 2008-12

项目编号 Item No.	CY03	项目名称 Item	V 形支架单工序弯曲 模设计	训练对象 Class	三年制	学时 Time	7
课程名称 Course	冲压模具设计		教材 Textbook	冲压模具设计			
目的 Objective	通过本项目的实训掌握单工序落料模设计方法及步骤						
实训（验）内容（Content）							
V 形支架单工序弯曲模设计							
1. 图样及技术要求	<div>零件名称：V 形支架</div> <div>材料：Q235，厚度 1.5mm</div> <div>生产批量：40000 件/年</div> <div>零件简图：如图 CY_LX_03 所示</div> <div></div> <div>CY_LX_03</div>						
2. 生产工作要求	手工送料，无裂纹，无翘曲						
3. 任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~8 张（采用 AutoCAD）						
4. 完成任务的思路	为了使本任务顺利完成，应按照表 3-10 “V 形支架单工序弯曲模设计工作引导文” 的提示进行模具设计工作，在设计过程中掌握 V 形弯曲模设计的相关知识 with 技能						

项目四 U 形弯曲模设计

项目名称：U 形支架弯曲模设计



学习目标

1. 能够对 U 形弯曲件进行弯曲工艺分析；
2. 能够对 U 形弯曲进行回弹分析计算；
3. 能够计算 U 形弯曲模凸、凹模工作部分尺寸；
4. 能够设计 U 形弯曲模总体结构；
5. 能够设计 U 形弯曲模零部件。



技能（知识）点

1. U 形弯曲工艺分析；
2. U 形弯曲回弹分析计算；
3. U 形弯曲模凸，凹模工作部分尺寸计算；
4. U 形弯曲模总体结构；
5. U 形弯曲模零部件结构。



4.1 引导案例

图 4-1 是日常生活中常见的 U 形弯曲产品，这些产品可通过 U 形弯曲模生产。



图 4-1 U 形弯曲产品

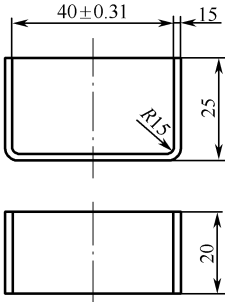


4.2 任务分析

如表 4-1 所示，本项目是设计一副 U 形支架弯曲模，要求编写计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~10 张（采用 AutoCAD 绘制）。

表 4-1 U 形支架弯曲模设计工作任务书

班级： 姓名： 学号：

名 称	图样及技术要求
工作对象（如零件）	<div>零件名称：U 形支架</div> <div>材 料：Q235 钢</div> <div>材料厚度：1.5mm</div> <div>生产批量：大批量</div> <div>零件简图：如图 CY-04 所示</div> <div></div> <div>图 CY-04</div>
生产工作要求	大批量，手工送料，无裂纹，无翘曲
任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~10 张（采用 AutoCAD）
完成任务的思路	为了使本项目顺利完成，按照表 4-7 “U 形支架弯曲模设计工作引导文” 的提示进行模具设计工作，在设计过程中掌握相关的知识技能



4.3 相关知识

4.3.1 U 形弯曲件的结构工艺设计规范

除 3.3.1 的要求外，对于 U 形弯曲还有以下几点要求。

1. 弯曲件的直边高度

在进行直角弯曲时，如果弯曲的直立部分过小，将产生不规则变形，或称为稳定性不好。为了避免这种情况，应当使直立部分的高度 $h > r + 2t$ 。当 $h < r + 2t$ 时，则应在弯曲部位压槽，使之便于弯曲，或者加大此处的弯边高度，在弯曲后再截去加高的部分，如图 4-2 所示。

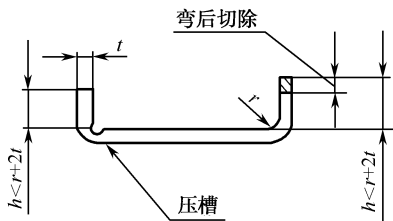


图 4-2 弯曲件的最小弯曲高度

2. 增添工艺孔、槽及缺口

为了防止材料在弯曲处因受力不均匀而产生裂纹，角部畸变等缺陷，应预先在工件上设置弯曲工艺所要求的孔、槽或缺口，即所谓工艺孔、工艺槽或工艺缺口，如图 4-3 所示。

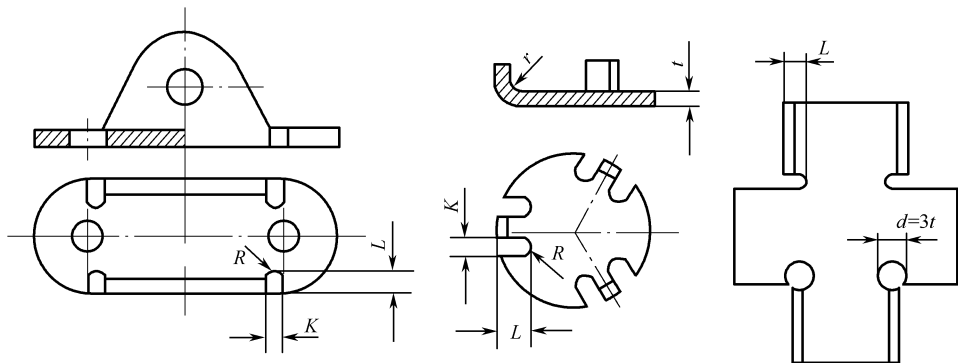


图 4-3 弯曲件的工艺孔、槽及缺口

3. 弯曲件尺寸的标注

弯曲件尺寸标注不同，会影响冲压工序的安排。如图 4-4 (a) 所示的弯曲件尺寸标注，孔的位置精度不受毛坯展开尺寸和回弹的影响，可简化冲压工艺。采用先落料冲孔，然后再弯曲成形。图 4-4 (b)、图 4-4 (c) 所示的标注法，冲孔只能安排在弯曲工序之后进行，才能保证孔位置精度的要求。在弯曲件不存在有一定的装配关系时，应考虑图 4-4 (a) 的标注方法。

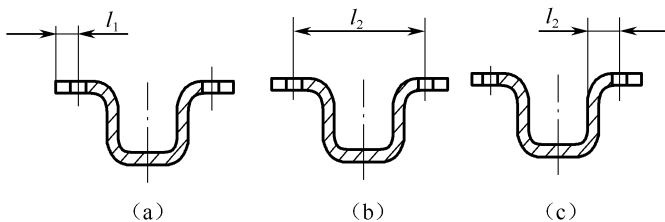


图 4-4 尺寸的标注对弯曲工艺的影响

4.3.2 U形弯曲力计算

(1) U形自由弯曲力按式 (4-1) 计算

$$F_1 = 0.7KBt^2\sigma_b / (r+t) \quad (4-1)$$

式中 F_1 ——自由弯曲力（冲压行程结束，尚未进行校正弯曲时的压力）(N)；



- B ——弯曲件宽度 (mm);
- t ——弯曲件材料厚度 (mm);
- r ——弯曲半径 (mm);
- σ_b ——材料抗拉强度 (MPa);
- K ——安全因子, 一般取 $K=1.3$ 。

(2) U 形校正弯曲力 F_2 可按式 (3-8) 计算

4.3.3 U 形弯曲回弹分析计算

小变形时 ($r > (5 \sim 8) t$), U 形弯曲的回弹可按式 (3-3)、式 (3-4) 计算; 大变形时 ($r < (5 \sim 8) t$), 只考虑角度回弹, 角度回弹的经验值查表 4-2 确定。

表 4-2 U 型弯曲回弹角

材料的牌号状态	$\frac{r}{t}$	凹模和凸模的单边间隙 C						
		0.8t	0.9t	1t	1.1t	1.2t	1.3t	1.4t
		回弹角度 $\Delta\alpha$						
2A12 (硬) (LY12Y)	2	-2°	0°	2° 30'	5°	7° 30'	10°	12°
	3	-1°	1° 30'	4°	6° 30'	9° 30'	12°	14°
	4	0°	3°	5° 30'	8° 30'	11° 30'	14°	16° 30'
	5	1°	4°	7°	10°	12° 30'	15°	18°
	6	2°	5°	8°	11°	13° 30'	16° 30'	19° 30'
2A12 (软) LY12Y)	2	-1° 30'	0°	1° 30'	3°	5°	7°	8° 30'
	3	-1° 30'	0° 30'	2° 30'	4°	6°	8°	9° 30'
	4	-1°	1°	3°	4° 30'	6° 30'	9°	10° 30'
	5	-1°	1°	3°	5°	7°	9° 30'	11°
	6	-0° 30'	1° 30'	3° 30'	6°	8°	10°	13°
7A04 (硬) LC4Y	3	3°	7°	10°	12° 30'	14°	16°	17°
	4	4°	8°	11°	13° 30'	15°	17°	18°
	5	5°	9°	12°	14°	16°	18°	20°
	6	6°	10°	13°	15°	17°	20°	23°

续表

材料的牌号状态	$\frac{r}{t}$	凹模和凸模的单边间隙 C						
		0.8t	0.9t	1t	1.1t	1.2t	1.3t	1.4t
		回弹角度 $\Delta\alpha$						
7A04 (软) LC4Y	2	-3°	-2°	0°	3°	5°	6° 30'	8°
	3	-2°	-1° 30'	2°	3° 30'	6° 30'	8°	9°
	4	-1° 30'	-1°	2° 30'	4° 30'	7°	8° 30'	10°
	5	-1°	-1°	3°	5° 30'	8°	9°	11°
	6	0°	-0° 30'	3° 30'	6° 30'	8° 30'	10°	12°
20 (已退火的)	1	-2° 30'	-1°	0° 30'	1° 30'	3°	4°	5°
	2	-2°	-0° 30'	1°	2°	3° 30'	5°	6°
	3	-1° 30'	0°	1° 30'	3°	4° 30'	6°	7° 30'
	4	-1°	0° 30'	2° 30'	4°	5° 30'	7°	9°
	5	-0° 30'	1° 30'	3°	5°	6° 30'	8°	10°
	6	-0° 30'	2°	4°	6°	7° 30'	9°	11°
30CrMnSi (已退火的)	1	-1°	-0° 30'	0°	1°	2°	4°	5°
	2	-2°	-1°	1°	2°	4°	5° 30'	7°
	3	-1° 30'	0°	2°	3° 30'	5°	6° 30'	8° 30'
	4	-0° 30'	1°	3°	5°	6° 30'	8° 30'	10°
	5	0°	1° 30'	4°	6°	8°	10°	11°
	6	0° 30'	2°	5°	7°	9°	11°	13°

4.3.4 U形弯曲模工作部分尺寸计算

1. 凸模圆角半径 (r_p)、凹模的圆角半径 (r_d)、凹模的深度 (l_0)

如图 4-5 所示，U 形弯曲模的凸模圆角半径 (r_p)、凹模的圆角半径 (r_d) 计算方法与 V 形弯曲模一样，可参考 3.3.6 节介绍的方法。

凹模的深度参数 l_0 及 h_0 可查表 4-3 和表 4-4 确定。

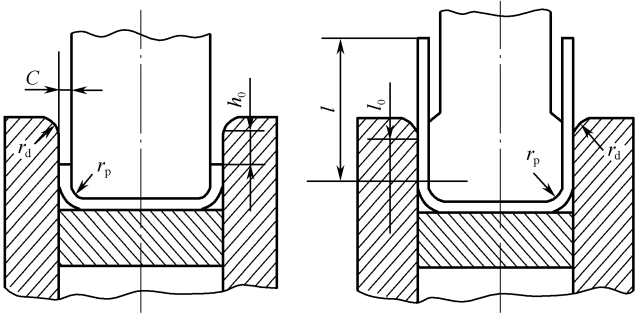


图 4-5 U 形弯曲模结构尺寸



表 4-3 U 形自由弯曲的凹模深度 l_0 值 (mm)

弯曲件边长 l	板料厚度 t				
	$\leq +1$	1~2	2~4	4~6	6~10
<50	15	20	25	30	35
50~75	20	25	30	35	40
75~100	25	30	35	40	40
100~150	30	35	40	50	50
150~200	40	45	55	65	65

表 4-4 U 形校正弯曲凹模深度 h_0 值 (mm)

板料厚度 t	≤ 1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~10
h_0	3	4	5	6	8	10	15	20	25

2. 凸模与凹模之间的间隙 C

间隙的大小对于 U 形工件的弯曲质量和弯曲力有很大影响。间隙越小，弯曲力越大。间隙过小，会使工件弯边壁变薄，并降低凹模寿命。间隙过大，则回弹较大，会降低工件精度。

U 形工件弯曲的凸、凹模单边间隙，一般可按式（4-2）计算

$$C = t_{\max} + kt = t + \Delta + kt \tag{4-2}$$

式中 C ——弯曲模凸、凹模单边间隙；

t ——材料的公称厚度；

k ——间隙系数，见表 4-5；

Δ ——板料厚度的正偏差。

当工件精度要求较高时，凸、凹模间隙值应取小些，取 $C = t$ 。

表 4-5 U 形弯曲模的间隙系数 k 值

弯曲件 高度 H /mm	板料厚度 t / mm							
	$b / H \leq 2$				$b / H > 2$			
	<0.5	0.6~2	2.1~4	4.1~5	<0.5	0.6~2	2.1~4	4.1~7.5
10	0.05	0.05	0.04	—	0.10	0.10	0.08	—
20	0.05	0.05	0.04	0.03	0.10	0.10	0.08	0.06
35	0.07	0.05	0.04	0.03	0.15	0.10	0.08	0.06
50	0.10	0.07	0.05	0.04	0.20	0.15	0.10	0.06
70	0.10	0.07	0.05	0.05	0.20	0.15	0.10	0.10
100	—	0.07	0.05	0.05	—	0.15	0.10	0.10
150	—	0.10	0.07	0.05	—	0.20	0.15	0.10
200	—	0.10	0.07	0.07	—	0.20	0.15	0.15



3. 模具宽度

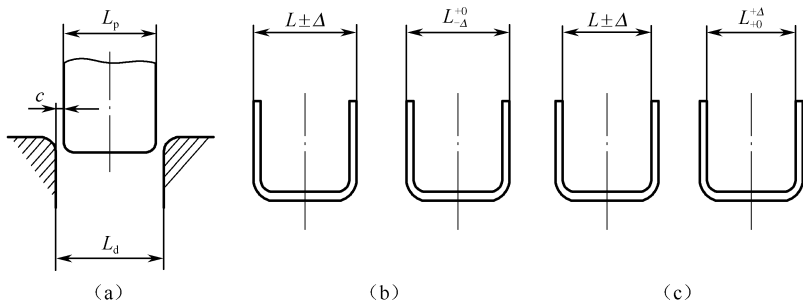


图 4-6 弯曲模工作部分尺寸

(1) 如图 4-6 (b) 所示, 工件尺寸标注在外形。

凹模尺寸为

$$L_d = (L_{\max} - 0.75\Delta)_0^{+\delta_d} \quad (4-3)$$

凸模尺寸为

$$L_p = (L_d - 2C)_{-\delta_p}^0 \quad (4-4)$$

(2) 如图 4-6 (c) 所示, 工件尺寸标注在内形。

凸模尺寸为

$$L_p = (L_{\min} + 0.75\Delta)_{-\delta_p}^0 \quad (4-5)$$

凹模尺寸为

$$L_d = (L_p + 2C)_0^{+\delta_d} \quad (4-6)$$

式中 L_d ——凹模工作部位尺寸 (mm);

L_p ——凸模工作部位尺寸 (mm);

L_{\max} ——弯曲件横向最大极限尺寸 (mm);

L_{\min} ——弯曲件横向最小极限尺寸 (mm);

Δ ——弯曲件的尺寸公差 (mm);

C ——凸模与凹模的单边间隙 (mm);

δ_p 、 δ_d ——凸模、凹模的制造偏差 (mm)。

4.3.5 U 形件弯曲模结构设计

U 形弯曲模的典型结构形式如图 4-7 所示。毛坯用定位板 7 定位, 压弯时, 推板 9 与凸模 2 将毛坯夹紧, 既可防止毛坯偏移, 又可使弯曲件底部平整; 弯曲后通过推板 9 将工件顶出。

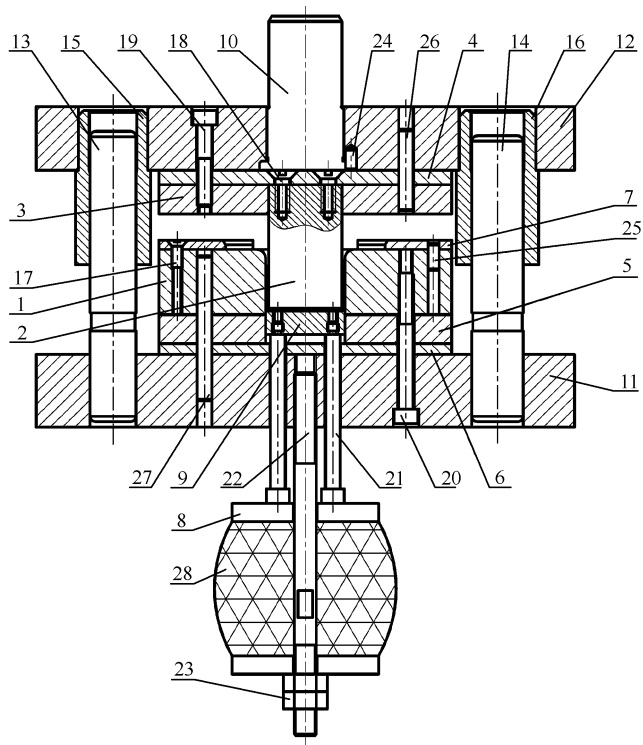


图 4-7 U 形件弯曲模结构

1—凹模；2—凸模；3—凸模固定板；4—凸模垫板；5—中垫板；6—凹模垫板；

7—坯料定位板；8—支承板；9—推板；10—模柄；11—下模座；12—上模座；13、14—导柱；

15、16—导套；17、18、19、20—螺钉；21—卸料螺钉；22—双头螺杆；23—螺母；24、25、26、27—销钉；28—优力胶

4.3.6 U 形弯曲模弹性顶件装置设计规范

弹性顶件装置由卸料螺钉、顶件块和装在下模底下的弹顶器组成，如图 4-8 所示。

弹顶器可以做成通用的，其弹性元件是弹簧或优力胶，这种结构的顶件力调节容易，工作可靠，冲件平直度较高。

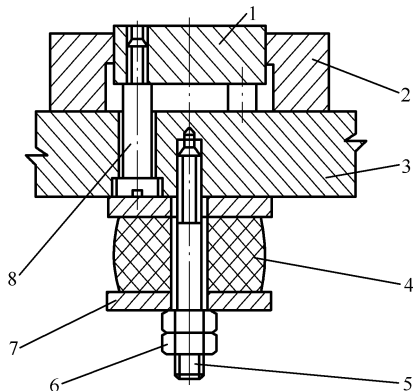


图 4-8 弹性顶件装置

1—顶件块；2—凹模；3—下模座；4—优力胶；5—螺杆；6—螺母；7—托板；8—卸料螺钉



1. 优力胶几何参数确定方法

① 确定优力胶的直径。

做卸料、压料作用时，优先选用 $\phi 50$ ，在空间较小区域可考虑选用其他规格，胶优力胶规格见附录 C3。

② 计算优力胶的自由高度 H_0

$$H_0 = \frac{H_{\text{工作}}}{0.25 \sim 0.35} + h_{\text{修磨}} \quad (4-7)$$

式中 $H_{\text{工作}}$ ——凸模工作行程；

$h_{\text{修磨}}$ ——凸模修磨量，一般为 4~6mm。

③ 按式（4-8）校核优力胶高度与直径之比是否在许可的范围内。

$$0.5 \leq \frac{H_0}{D} \leq 1.5 \quad (4-8)$$

假如 H_0/D 超过 1.5，则应把优力胶分成若干段，在其间垫以钢垫圈；假如小于 0.5，则应重新确定其规格。

④ 优力胶的安装高度按式（4-9）计算。

$$H_{\text{安装高度}} = H_0 - \Delta H_0 \quad (4-9)$$

式中 ΔH_0 ——预压量，一般取自由高度 H_0 的 10%~15%。

⑤ 优力胶开孔。

与带螺纹连接件相连的优力胶不需要攻牙，只需加工为圆孔，设计时可按表 4-6 中的经验数据画图，加工者参照图面数据选取合适的刀具加工。

表 4-6 优力胶开孔尺寸

螺纹规格	M6	M8	M10	M12
优力胶加工孔径	4.5	6.5	8	10

2. 顶板

顶板与凹模的配合间隙查附录 D2 确定，顶板在工作行程内不能脱离凹模的直壁段，应有至少约 4mm 的配合段。在下止点时，顶板与下模座上表面应有 5mm 左右的距离，在上止点时，应略高于凹模上表面。

3. 托板

托板厚度取 8~10mm，直径与所选橡胶（优力胶）直径一样，中间孔与螺杆单边间隙可取 0.5mm。

4. 卸料螺钉

因安装空间有限，优先选用 M6 的卸料螺钉，螺钉长度应保证顶出时，顶板略高于凹模上表面。



5. 双头螺杆

优先选 M10~M12，长度应保证橡胶（优力胶）高度调整的需要。



4.4 任务实施（步骤、方法、内容）

4.4.1 U 形支架弯曲模设计工作引导文

表 4-7 U 形支架弯曲模设计工作引导文

步骤	方法	内容	效果	时间（min）
1	学习教材 4.2.1 节,听教师讲解设计任务及要求	U 形弯曲模设计工作任务及要求	明确 U 形弯曲模设计工作任务的内容，要求	10
2	学习教材 4.3.1 节	对 U 形支架零件进行弯曲工艺分析	判断 U 形支架零件弯曲工艺的合理性	10
3	参考项目三	U 形弯曲件的展开长度计算	确定毛坯尺寸	10
4	学习教材 4.3.2 节	U 形自由弯曲力计算	确定 U 形自由弯曲力	10
5	参考项目三	U 形校正弯曲力计算	定总弯曲力	10
6	参考项目一	压边机参数选择	初选冲压设备	10
7	学习教材 4.3.5 节	模具总体结构初步设计	确定模具总体结构，绘制模具总体结构草图	30
8	学习教材 4.3.4 节	弯曲模具工作部分口尺寸计算	确定弯曲模具工作部分口尺寸	20
9	参考项目三	凹模长、宽、高尺寸计算	确定凹模结构、尺寸	15
10	参考项目二	定位零件设计	确定定位板结构、尺寸	15
11	参考项目一、二	凸模垫板设计	确定凸模垫板结构、尺寸	15
12	参考凸模垫板设计方法	凹模垫板设计	确定凹模垫板结构、尺寸	15
13	参考项目一	凸模结构尺寸计算	确定凸模结构、尺寸	15
14	参考项目一	模座设计	确定模座、导套、导柱型号、参数	15
15	学习教材 4.3.6 节	弹性顶件装置设计	确定顶板、托板、凹模中垫板结构尺寸；螺杆、优力胶规格	20
16	参考项目一	计算模具闭合高度	校核压力机闭合高度与模具闭合高度是否相适应；否则重选压力机	10
17	参考项目一	模柄设计	确定压入式模柄参数	10
18	参考项目一、项目二	螺钉、销钉参数	螺钉、销钉规格，数量	20
19	参考项目一、项目二	零件详细设计	模具零件图绘制	90
20	参考项目一、项目二	模具装配图绘制	模具装配图绘制	40
21		计算说明书整理及图纸整理、归档	计算说明书一份，零件图 7~8 张，装配图 1 张	30
合 计				420



4.4.2 U形支架弯曲模设计实例

1. 冲压工艺分析及工艺方案的制订

(1) 结构分析

零件结构简单,左右对称,为典型的U形弯曲件,对弯曲成形较为有利。查表3-2可得此材料所允许的最小弯曲半径 $r_{\min}=0.5t=0.75\text{mm}$,而零件弯曲半径 $r=1.5\text{mm}>0.75\text{mm}$,故不会弯裂。其次,因为计算零件相对弯曲半径 $r/t=1<5$,卸载后弯曲件圆角半径的回弹可以不予考虑,而弯曲中心角的回弹,采用校正弯曲来控制。

(2) 精度分析

零件上只有1个尺寸(40 ± 0.31)有公差要求,由公差表查得其公差要求属于IT14,其余未注公差尺寸也均按IT14选取,所以普通弯曲即可满足零件的精度要求。

(3) 材料分析

Q235为普通碳素结构钢,具有良好的弯曲成形性能。

由以上分析可知,该零件冲压工艺性良好,可以弯曲。

(4) 工艺方案的制订

对于本设计任务,可采用如下两个工艺方案。

方案一:采用无导向的单工序弯曲模。

方案二:采用导柱导向的单工序弯曲模。

无导向单工序弯曲模结构简单,尺寸小,质量小,模具制造容易,成本低,它适合于精度要求低U形工件的弯曲。

导柱导向单工序弯曲模导向准确、可靠,能保证间隙均匀,稳定,因此精度要求较高的工件弯曲或U形弯曲可采用这种方案,但比前种模具成本高。

虽然本例零件精度要求不高,但由于本例是U形弯曲件,采用无导向的模具结构会使凸、凹模之间的间隙调整麻烦,因此本例采用导柱导向的单工序弯曲模方案。

(5) 模具结构形式的确定

① 操作方式选择。由于是单个毛坯,因此选择手工送料操作方式。

② 定位方式的选择。由于是单个毛坯,因此选择定位板定位方式。

③ 出件方式的选择。由于此例采用单个毛坯,手动操作送进和定位,所以选择弹顶出件方式比较方便、合理。

以上只作粗略的选择,待工艺计算后在模具装配草图设计时边修改边做具体的、最后的确定。

U形弯曲模总体结构如图4-7所示。

2. 弯曲件的展开尺寸计算

工件属于 $r>0.5t$ 有圆角半径的弯曲件,坯料总长度等于弯曲件直线部分和圆弧部分长度之和,查表3-6得中性层位移系数 $x=0.31$,所以坯料展开长度为



$$\begin{aligned}
 L &= l_1 + l_2 + \frac{\pi\alpha}{180}(r + xt) \\
 &= 22 \times 2 + 37 + \frac{180\pi}{180}(1.5 + 0.31 \times 1.5) \\
 &\approx 87.2\text{mm}
 \end{aligned}$$

3. 弯曲力的计算及压力机初选

(1) 自由弯曲的弯曲力

U 形弯曲自由弯曲力

$$\begin{aligned}
 F_{\text{自}} &= \frac{0.7KBt^2\sigma_b}{r+t} \\
 &= \frac{0.7 \times 1.3 \times 20 \times 1.5 \times 1.5 \times 400}{1.5 + 1.5} \\
 &\approx 5460\text{N}
 \end{aligned}$$

(2) 校正弯曲时的弯曲力

$$\begin{aligned}
 F_{\text{校}} &= Ap \\
 &= 50 \times 20 \times 40 \\
 &= 40000\text{N}
 \end{aligned}$$

(3) 顶件力

顶件力 F_D 可近似取自由弯曲力的 30%~80%，即

$$\begin{aligned}
 F_D &= (0.3 \sim 0.8) F_{\text{自}} \\
 &= (0.3 \sim 0.8) \times 5460 \\
 &= 1638 \sim 4368\text{N}
 \end{aligned}$$

(4) 压力机

因为拟采用校正弯曲，因此按校正弯曲力初选压力机，压力机型号为 J23-10。压力机参数为：

公称压力：100KN；

滑块行程：45mm；

压力机工作台面尺寸：240mm×370mm（前后×左右）；

压力机工作台漏料孔尺寸：130mm×200mm（前后×左右），台孔直径 $\phi 170\text{mm}$ ；

滑块模柄孔尺寸： $\phi 30\text{mm} \times 55\text{mm}$ ；

压力机最大闭合高度：180mm；

连杆调节量：35mm。

4. 零件初步设计

(1) 工作零件初步设计

① 凸模圆角半径 r_p 。在保证不小于最小弯曲半径值的前提下，当零件的相对圆角半径 r/t 较小时，凸模圆角半径取等于零件的弯曲半径，即 $r_p = r = 1.5\text{mm}$ 。

② 凹模圆角半径 r_d 。凹模圆角半径不应过小，以免擦伤零件表面，影响冲模的寿命，凹模两边的圆角半径应一致，否则在弯曲时坯料会发生偏移。根据式（3-12），取



$r_d = (3 \sim 6)t = (3 \sim 6) \times 1.5\text{mm} = 4.5 \sim 9.0\text{mm}$ ，取 $r_d = 5\text{mm}$ 。

③ 凹模深度。凹模深度过小，则坯料两端未受压部分太多，零件回弹大且不平直，影响其质量；深度过大，则浪费模具钢材，且需压力机有较大的工作行程。该零件为弯边高度不大且两边要求平直的 U 形弯曲件，查表 4-4，得 $h_0=4\text{mm}$ 。

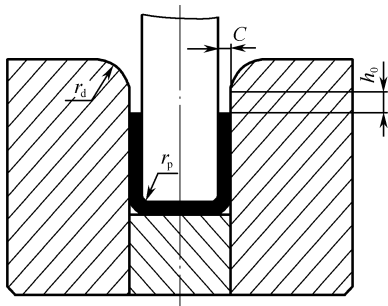


图 4-9 凸、凹模参数

④ 凸、凹模间隙。由式 (4-2) 计算凸、凹模单边间隙

$$C = t_{\max} + kt = t + \Delta + kt \approx 1.5 + 0.05 \times 1.5 \approx 1.6\text{mm}$$

⑤ 凸、凹模横向尺寸及公差。零件标注内形尺寸时，应以凸模为基准，间隙取在凹模上。

根据式 (4-5) 和式 (4-6) 可得：

$$L_p = (L_{\min} + 0.75\Delta)_{-\delta_r}^0 = (39.69 + 0.75 \div 0.62)_{-0.039}^0 \text{mm} \approx 40.16_{-0.039}^0 \text{mm}$$

$$L_d = (L_p + 2C)_0^{+\delta_A} = (40.156 + 2 \times 1.6)_0^{+0.062} \approx 43.36_0^{+0.062} \text{mm}$$

⑥ 凹模结构尺寸。

弯曲凹模宽度可在坯料宽的基础上每边增加 30~40mm。本例坯料宽度为 20mm，因此可确定凹模宽度为 80~100mm，参考附录 F 标准凹模板尺寸系列，取凹模宽度 $B=100\text{mm}$ 。

凹模高度：参考图 4-9，可确定凹模高度为： $H = h_0 + h_{\text{工件}} + r_d = 4 + 25 + 5 = 34\text{mm}$ ，参考附录 F 标准凹模板尺寸系列，取整 $H = 36\text{mm}$ 。

凹模长度：因为要安装定位板，凹模长度在坯料长度的基础上每边增加 30~40mm，本例取坯料长度为 87.2mm，因此可确定凹模长度为 147.1~167.2mm，参考附录 F 标准凹模板尺寸系列，可确定凹模长度为 $L=160\text{mm}$ 。

凹模结构尺寸为：160mm×100mm×36mm

(2) 凹模垫板初步设计

凹模下设垫板，可减少推件块对下模座的冲击，垫板高度参考标准垫板，取为 6mm。凹模垫板结构尺寸为：160mm×100mm×6mm。

(3) 凸模垫板初步设计

设凸模垫板，可减少凸模对上模座的冲击，垫板高度参考标准垫板，取为 8mm。凸模垫板结构尺寸为：160mm×100mm×8mm。

(4) 定位板初步设计

坯料采用定位板定位，定位部分高度取 $t+1=2.5\text{mm}$ ，定位部分长、宽尺寸与坯料长、宽尺寸一致，分别取为 87.2mm 和 20mm，定位板总高度取为 5mm，定位板周边与凹模周边平齐，定位板分成两块，采用非封闭式结构。



定位板结构尺寸为：51.4mm×100mm×5mm。

(5) 凸模初步设计

① 凸模长度计算 L 。如图 4-7 所示，凸模长度等于凸模固定板高度、凸模固定板到定位板之间的安全距离、定位板厚度、凸模进入凹模深度之和。

$$L = 16 + 10 \sim 20 + 5 + (5 + 4 + 25 - 1.5) = 63.5 \sim 73.5 \text{mm}$$

根据装配图中各零件的尺寸关系，初步确定凸模长度为 68mm，凸模固定板到定位板之间的安全距离可确定为 14.5mm。

② 凸模纵向尺寸可取 22mm（比坯料宽度稍亮）。

(6) 标准模座初步设计

根据凹模周界尺寸，可确定模座 $L \times B$ 为 160mm×100mm；模具采用滑导向的中间导柱标准铸铁模架，查附录 M2，初定下模座型号为 160mm×100mm×40mm GB/T 2855.10—1990，上模座型号为 160mm×100mm×35mm GB/T 2855.9—1990。

(7) 模具闭合高度及合模高度计算

根据图 4-7 可确定合模高度 H 为上、下模座厚度、凸模垫板厚度、凸模固定板厚度、凸模固定板到定位板安全距离、定位板厚度、凹模厚度、中垫板厚度、凹模模垫板厚度之和。

$$H = 35 + 40 + 8 + 16 + 14.5 + 5 + 36 + 16 + 6 = 176.5 \text{mm}$$

因为压力机最大闭合高度为 180mm，连杆调节量为 35mm，因此所选压力机满足模具闭合高度要求。

(8) 导柱、导套的选取

据式 (1-21) 可确定导柱长度： $L = 176.5 - (2 \sim 3) - (10 \sim 15) = 159.5 \sim 164.5 \text{mm}$ ，查附录 M6，附录 M7，选取的导柱、套型号为：

左导柱：B25h5×160×50 GB/T 2861.1；

右导柱：B28h5×160×50 GB/T 2861.1；

左导套：A25H6×85×33；

右导套：A28H6×85×33。

(9) 弹顶装置初步设计

由于该零件在成形过程中需压料和顶件，所以模具采用弹性顶件装置。

① 优力胶。根据 4.3.6 节的介绍及模具结构，初定优力胶直径为 $\phi 80$ ，推板工作行程为 $5 + 4 + 25 = 34 \text{mm}$ ，根据式 (4-7) 可确定优力胶自由高度为：

$$H_0 = \frac{H_{\text{工作}}}{0.3} + h_{\text{修磨}} = \frac{34}{0.3} + 4 \sim 6 \approx 120 \text{mm}。$$

由于 $\frac{H_0}{D} = \frac{120}{80} = 1.5$ ，满足式 (4-8) 的要求，因此可确定优力胶规格为： $\phi 80 \times 120 \text{mm}$ ，

按式 (4-9) 计算优力胶安装高度：

$$H_{\text{安装高度}} = H_0 - \Delta H_0 = 120 - 0.15 \times 120 = 102 \text{mm}$$

② 顶板。顶板在凹模中运动，与凹模的单边间隙查附录 D2 确定为 0.1mm，由此可确定顶板结构尺寸为：43.16mm×23.8mm×13mm。



③ 中垫板。由于凹模深度有限，为安装顶板，凹模下方增设一块中垫板，厚度为 16mm，因此中垫板结构尺寸为：160mm×100mm×16mm。

④ 托板。为安装优力胶，须设置两块托板，托板结构尺寸为： $\phi 80 \times 10\text{mm}$ 。

⑤ 卸料螺钉。本例采用 M6 卸料螺钉，如图 4-7 所示，长度计算如下：

卸料螺钉长度=顶板行程+下模座厚度+凹模垫板厚度+顶板与凹模垫板安全距离
 $= (5 + 4 + 25) + 40 + 6 + (16 + 2 - 13) = 85\text{mm}$

⑥ 双头螺杆。双头螺杆直径初定为 M12。如图 4-7 所示，双头螺杆长度等于双头螺杆与下模座配合长度（20mm）、顶件块行程（34mm）、卸料螺钉大头部分长度（8mm）、托板厚度（10mm）、优力胶高度（120mm）、M12 螺母长度（10mm）及调整余量（5mm）之和：

$$L = 20 + 34 + 8 + 10 \times 2 + 120 + 10 + 5 = 217\text{mm}$$

双头螺杆长度初定为 220mm。

（10）模柄的选取

根据式（1-23）及压力机滑块模柄孔尺寸（ $\phi 30 \times 50\text{mm}$ ），查附录 N1 可确定压入式标准模柄型号为：模柄 A30×85 GB 2862.1—81 Q235

（11）螺钉销钉的选取

参考项目一和项目三的介绍可确定螺钉、销钉规格及数量。

凸模固定板固定：螺钉 4-M8×45，销钉 2- $\phi 8 \times 45\text{mm}$ 。

凹模固定：螺钉 4-M8×75，销钉 2- $\phi 8 \times 80\text{mm}$ 。

定位板固定：沉头螺钉 4-M6×15，销钉 4- $\phi 6 \times 15\text{mm}$ 。

模柄止转销：销钉 $\phi 6 \times 10\text{mm}$ 。

5. 零部件的详细设计

参考项目一及项目三主要零部件的详细设计方法进行设计，并绘制零件图、装配图如下：

（1）凹模零件图见图 CY_04_01。

（2）凸模零件图见图 CY_04_02。

（3）凸模固定板零件图见图 CY_04_03。

（4）凸模垫板零件图见图 CY_04_04。

（5）凹模垫板零件图见图 CY_04_05。

（6）中板零件图见图 CY_04_06。

（7）定位板零件图见图 CY_04_07。

（8）顶板零件图见图 CY_04_08。

（9）托板零件图见图 CY_04_09。

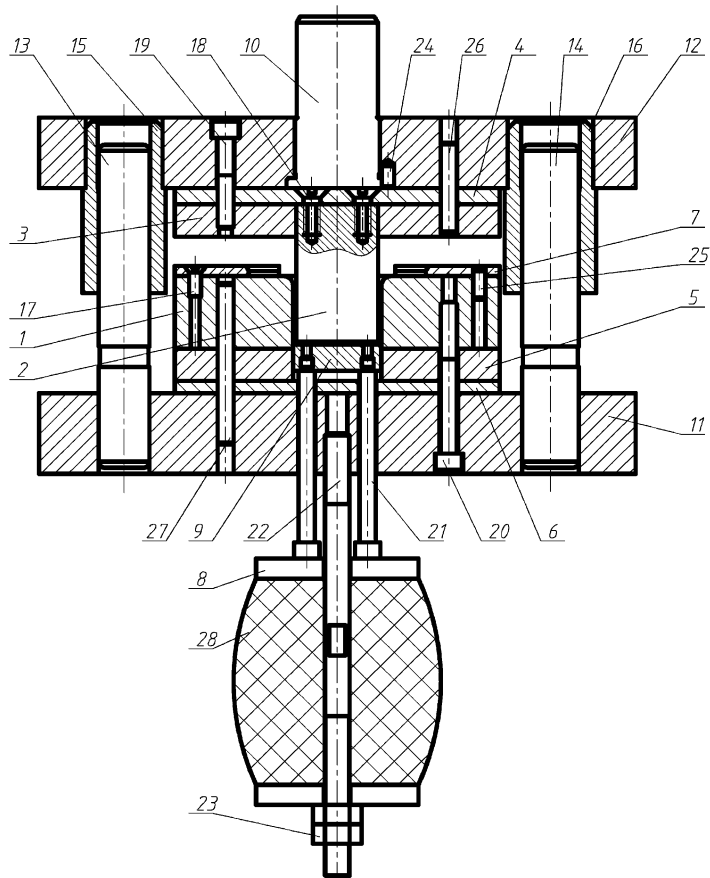
（10）模柄零件图见图 CY_04_10。

（11）下模座零件图见图 CY_04_11。

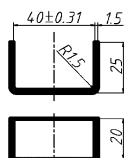
（12）上模座零件图见图 CY_04_12。

（13）螺杆零件图见图 CY_04_12。

（14）模具装配图见图 CY_04_00。



工件图

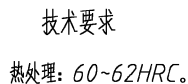


材料 Q235 料厚 1.5mm

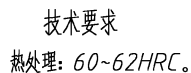
技术要求

1. 凸、凹模工作部分间隙均匀。
2. 模架为滑动导向的中间导柱标准铸铁模座。
3. 模架闭合高度176.5mm。
4. 压力机型号 J23-10。

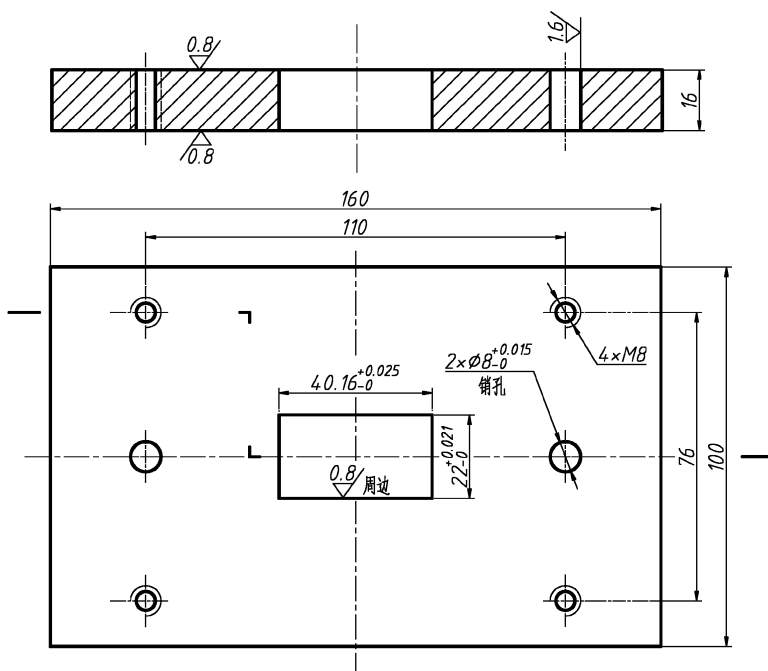
28	预应力	1			Q235
27	圆柱销钉	1	35mm	GB/T 119.2—2000	8X30
26	圆柱销钉	4	35mm	GB/T 119.2—2000	8X45
25	圆柱销钉	4	35mm	GB/T 119.2—2000	6X15
24	圆柱销钉	4	35mm	GB/T 119.2	6X10
23	螺母	2	45mm		M12
22	双头螺杆	1	45mm		M12X220
21	斜料螺钉	2	45mm	JB/T 7650.6—1994	M6X85
20	内六角螺钉	4	35mm	GB/T 70.1—2000	M8X75
19	内六角螺钉	4	35mm	GB/T 70.1—2000	M8X45
18	沉头螺钉	2	35mm	GB/T 68—2000	M8X20
17	沉头螺钉	4	35mm	GB/T 68—2000	M6X15
16	导套	1	20mm	GB/T 286.1.6—2000	A25X18X85X33
15	导套	1	20mm	GB/T 286.1.6—1990	A25X18X85X33
14	导柱	1	20mm	GB/T 286.1.2—1990	B28X15X160X50
13	导柱	1	20mm	GB/T 286.1.2—1990	B25X15X160X50
12	上模座	1	HT200	GB/T 2865.9—1990	160X100X35
11	下模座	1	HT200	GB/T 2865.10—1990	160X100X40
10	模柄	1	Q235	JB/T 764.6—1994	A30X85
9	顶板	1	45mm		4.3—4.8HRC
8	托板	2	45mm		4.3—4.8HRC
7	定位板	2	45mm		31—35HRC
6	凹模下垫板	1	45mm	JB/T 764.3.3—1994	160X100X6
5	凹模中垫板	1	45mm	JB/T 764.3.3—1994	160X100X16
4	凸模垫板	1	45mm	JB/T 764.3.3—1994	160X100X8
3	凸模固定板	1	Q235	JB/T 764.3.2—1994	160X100X16
2	凸模	1	Cr12MoV		56—60HRC
1	凹模	1	Cr12MoV		60—64HRC
序号	名称	数量	材料	标准	备注
U形支架弯曲模 比例 1:1 材料					
设计		数量 1	图号	CY_04_00	
校核					深圳职业技术学院



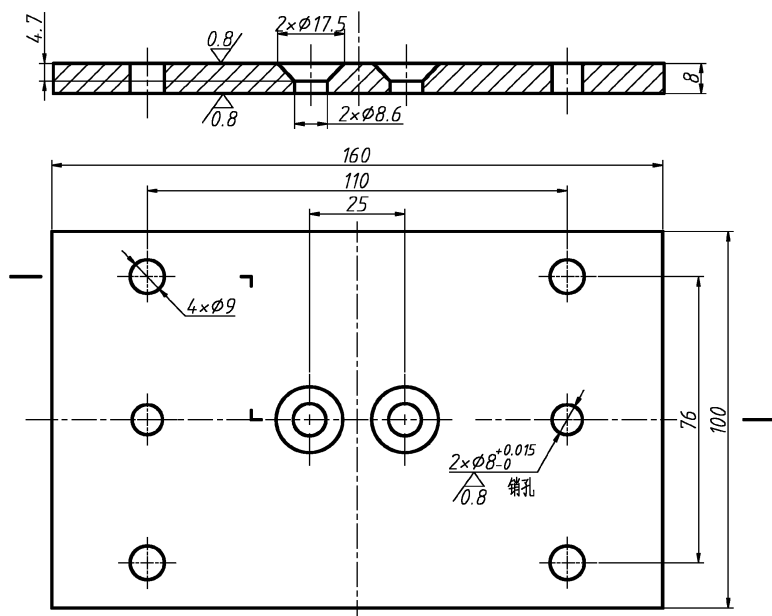
凹模		比例	1:1	材料	Cr12MoV
设计		数量	1	图号	CY_04_01
校核		深圳职业技术学院			



凸模		比例	1:1	材料	Cr12MoV
设计		数量	1	图号	CY_04_02
校核		深圳职业技术学院			

其余 $\sqrt{6.3}$ 

凸模固定板	比例	1:1	材料	Q235
设计	数量	1	图号	CY_04_03
校核				深圳职业技术学院

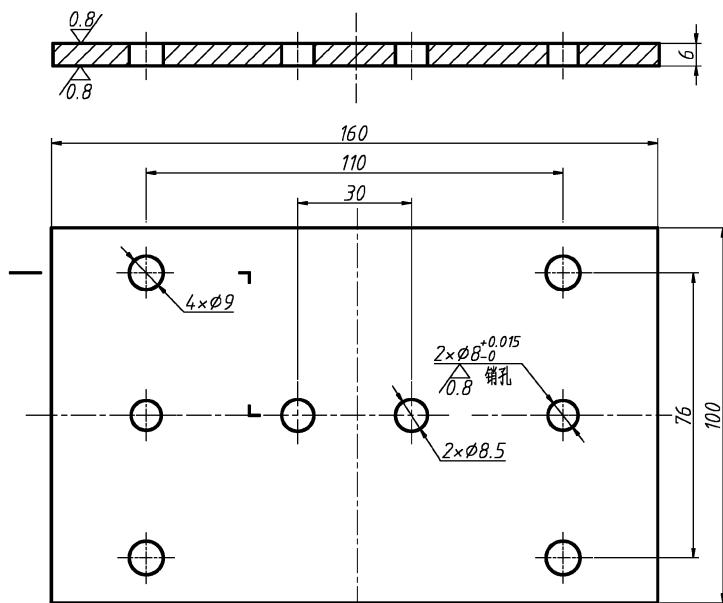
其余 $\sqrt{6.3}$ 

技术要求

热处理: 43~48HRC。

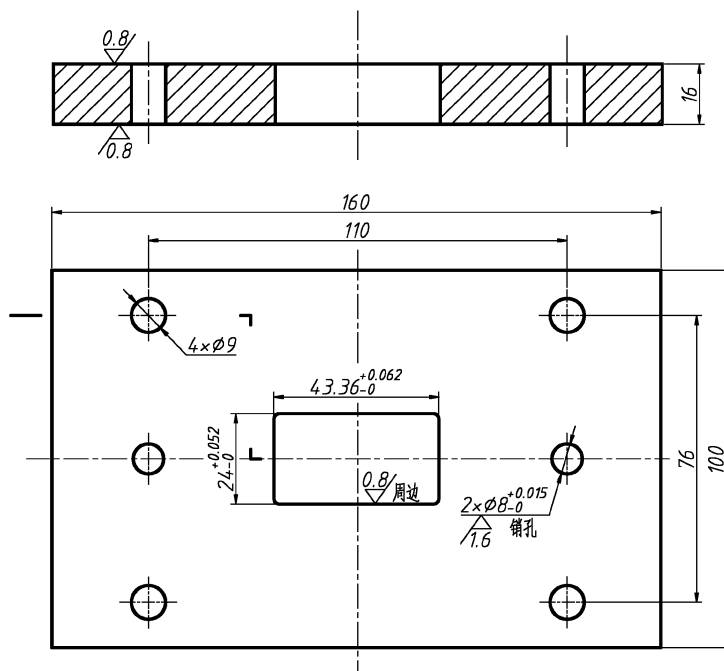
凸模垫板	比例	1:1	材料	45钢
设计	数量	1	图号	CY_04_04
校核				深圳职业技术学院

其余 $\sqrt{6.3}$



凹模垫板	比例	1:1	材料	45 钢
设计	数量	1	图号	CY_04_05
校核				深圳职业技术学院

其余 $\sqrt{6.3}$



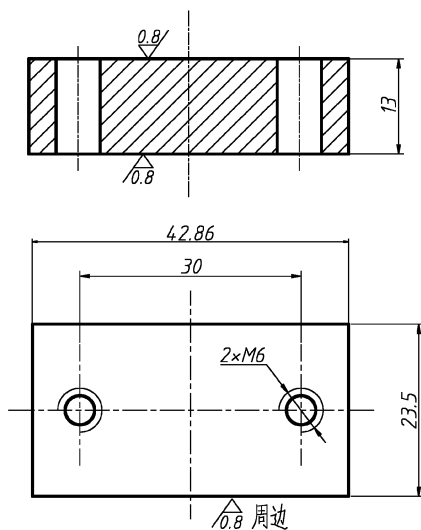
中垫板	比例	1:1	材料	Q235
设计	数量	1	图号	CY_04_06
校核				深圳职业技术学院



技术要求

热处理: 31~35HRC。

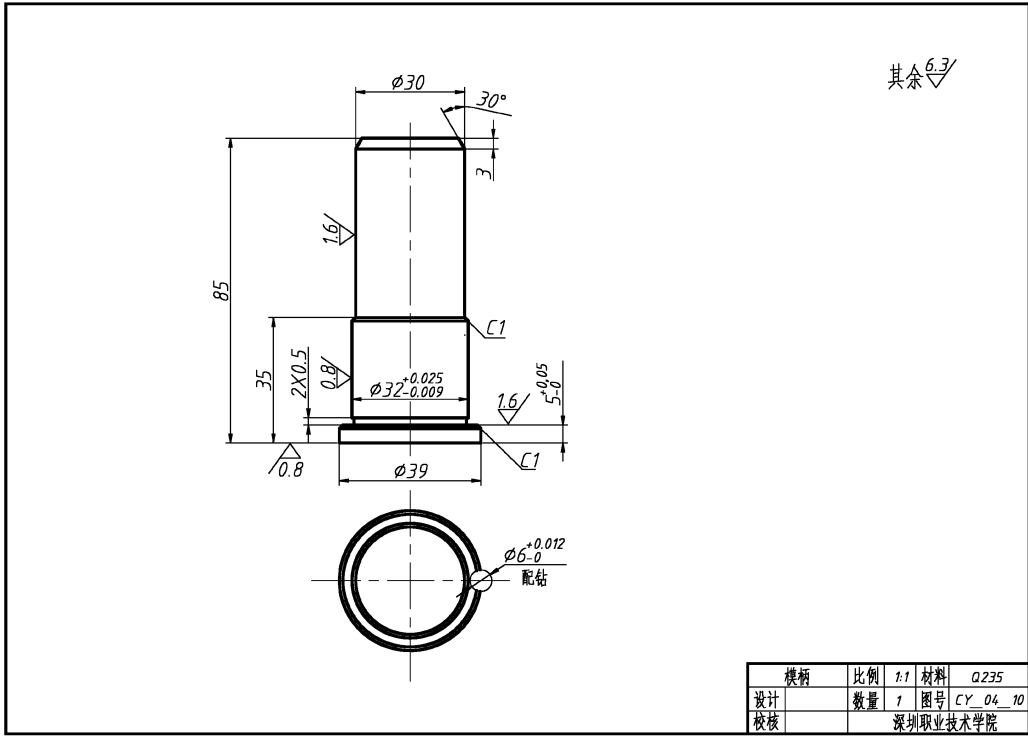
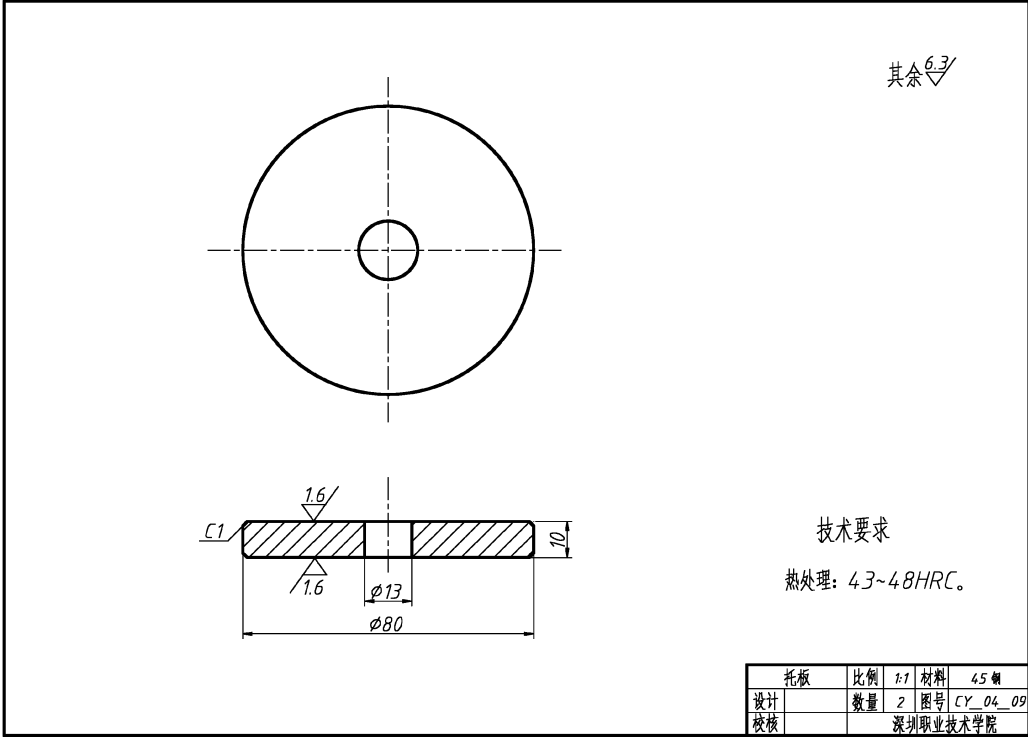
定位板		比例	1:1	材料	45 钢
设计		数量	2	图号	CY_04_07
校核		深圳职业技术学院			

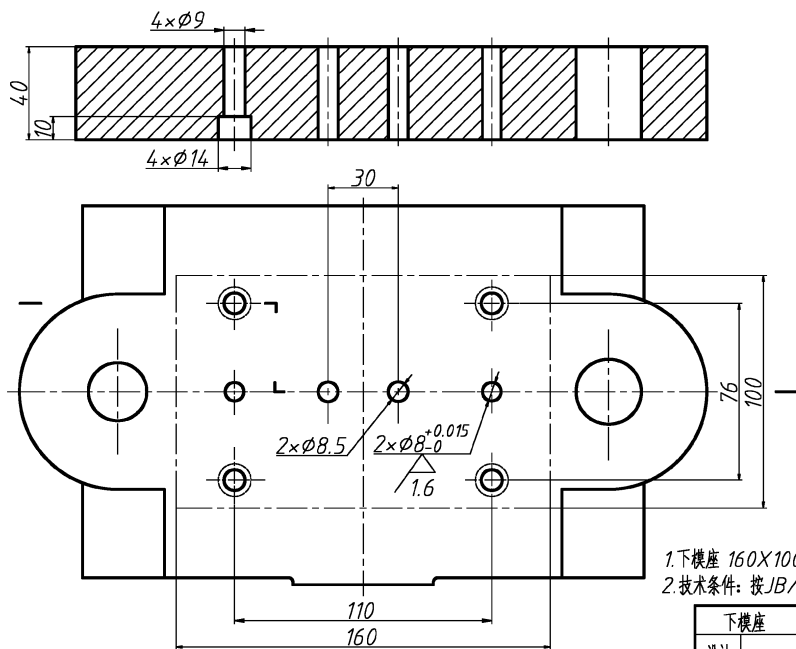


技术要求

热处理: 56~60HRC。

顶板		比例	1:1	材料	45 钢
设计		数量	1	图号	CY_04_08
校核	深圳职业技术学院				

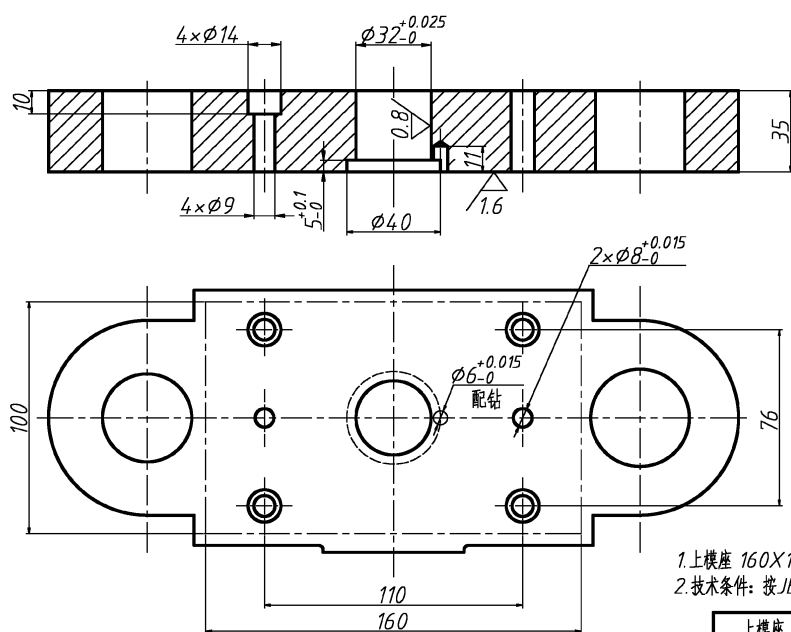


其余 $\frac{6.3}{\sqrt{\quad}}$ 

技术要求

1. 下模座 160X100X40 GB/T 2285.10—1990;
2. 技术条件: 按 JB/T 8070—1995 的规定。

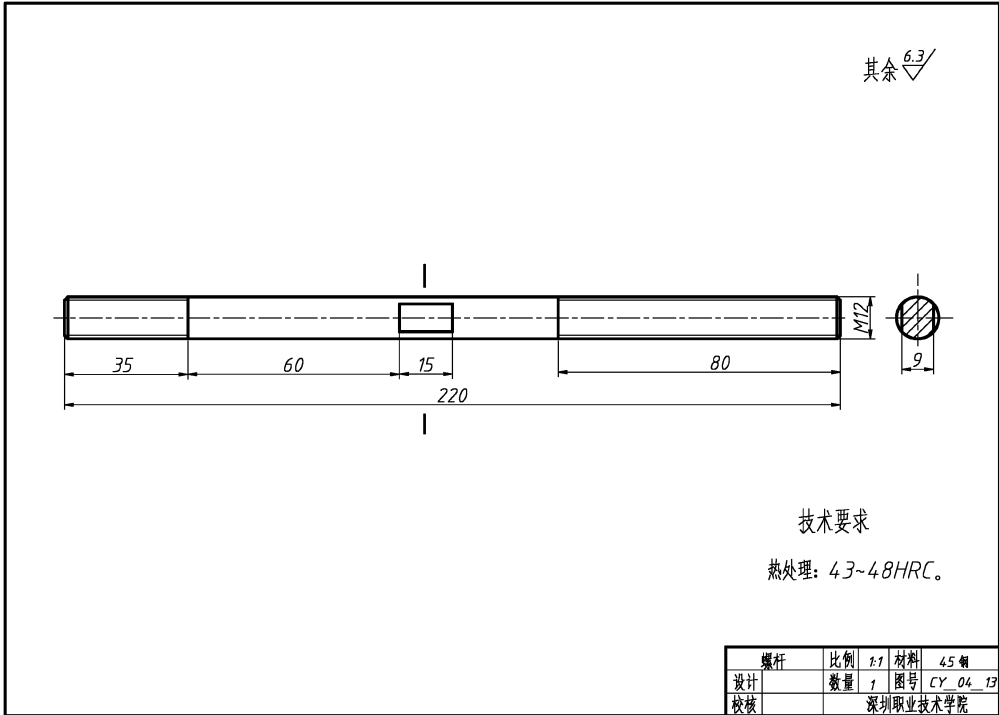
下模座	比例	1:1	材料	HT200
设计	数量	1	图号	CY_04_11
校核				深圳职业技术学院

其余 $\frac{6.3}{\sqrt{\quad}}$ 

技术要求

1. 上模座 160X100X35 GB/T 2285.9—1990;
2. 技术条件: 按 JB/T 8070—1995 的规定。

上模座	比例	1:1	材料	HT200
设计	数量	1	图号	CY_04_12
校核				深圳职业技术学院



4.5 总结与回顾

本项目是设计一副单工序 U 形弯曲模, 涉及弯曲工艺性分析与工艺方案制定、弯曲模工作部分尺寸计算原则和方法、弯曲力计算、冲压设备的选择、U 形弯曲模典型结构、U 形弯曲模零部件设计及模具标准的应用等。

通过本项目的学习, 应能对 U 形件进行弯曲工艺分析计算, 能设计 U 形弯曲模。



4.6 拓展知识

4.6.1 小型圆形件弯曲模设计

圆形件的尺寸大小不同, 其弯曲方法也不同, 对于直径 $d \leq 5\text{mm}$ 的小圆形件, 可先弯成 U 形, 再将 U 形弯成圆形。

用两套简单模弯圆的方法如图 4-10 (a) 所示。由于工件小, 分两次弯曲操作不便, 故可将两道工序合并。

图 4-10 (b) 为有侧楔的一次弯圆模, 上模下行, 芯棒 3 先将坯料弯成 U 形, 上模继续下行, 侧楔推动活动凹模将 U 形弯成圆形。

图 4-10 (c) 所示的也是一次弯圆模。上模下行时, 压板将滑块往下压, 滑块带动芯棒将坯料弯成 U 形。上模继续下行, 凸模再将 U 形弯成圆形。如果工件精度要求高, 可以旋转工件连冲几次, 以获得较好的圆度。工件由垂直图面方向从芯棒上取下。

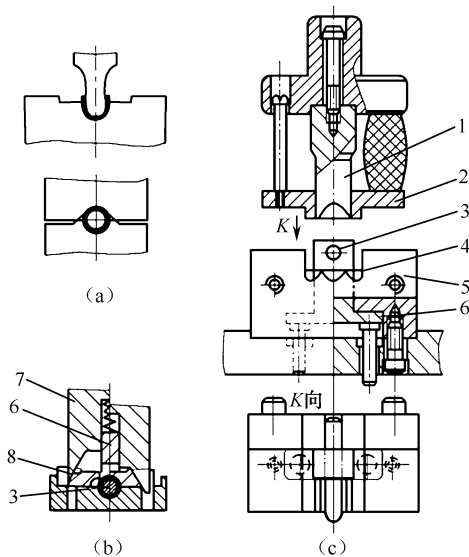


图 4-10 小型圆形件弯曲模

1—凸模；2—压板；3—芯棒；4—坯料；5—凹模；6—滑块；7—楔模；8—活动凹模

4.6.2 减少回弹的措施

弯曲加工必然要发生回弹现象，要完全消除回弹是极其困难的，但采用适当的措施可减少回弹，常用的方法有补偿法和校正法。

1. 补偿法

补偿法要预先估算出工件弯曲后的回弹量，在设计模具时使工件的变形超出原设计的变形，冲压回弹后得到所需要的形状。

图 4-11 (a) 所示为角度回弹的补偿，根据已确定的回弹角，在设计凸模和凹模时减小模具的角度，做出补偿。

图 4-11 (b) 所示的情况采取两种措施：一是使凸模向内侧倾斜；二是使凸，凹模单边间隙小于材料厚度，凸模将板料压入凹模后，板料的两侧都向内贴紧凸模，凸，凹模分离后，工件回弹，两边恢复垂直。

图 4-11 (c) 所示的是弯曲件在模具内底部凹入，出模时工件圆弧部分回弹为直线，同时其两侧也就向内侧倾斜使回弹得到补偿。

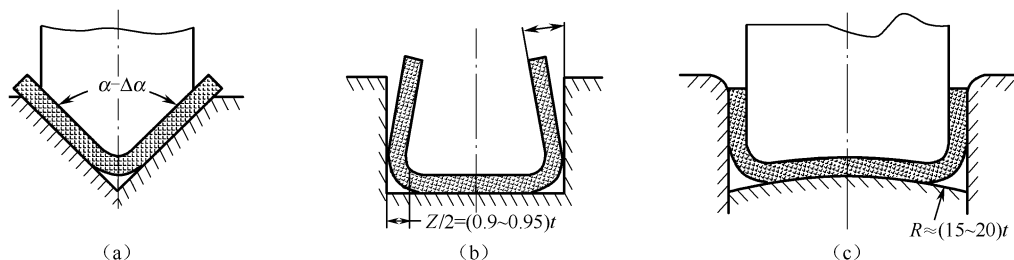


图 4-11 补偿法减小回弹

校正法是在模具结构上采取措施,让校正压力集中在弯角处,力求消除弹性变形,克服回弹。图 4-12 (a)、(b) 所示为弯曲校正力集中作用在较小的接触面积,使工件的圆角部分材料变薄,达到消除回弹效果。

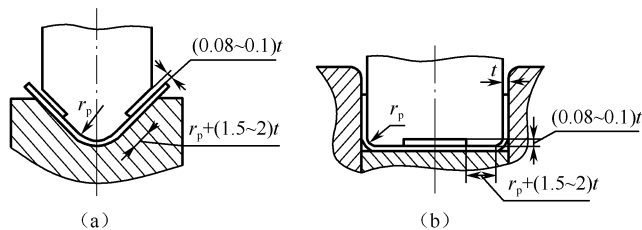


图 4-12 校正法



4.7 复习思考题

1. U 形弯曲模凸凹模间隙如何控制?
2. U 形弯曲回弹如何控制?



4.8 技能训练

深圳职业技术学院

shenzhen polytechnic

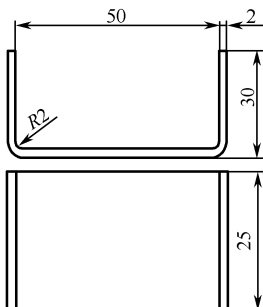
实训(验)项目单

Training Item

编制部门 Dept.: 模具设计制造实训室

编制 Name: 匡和碧

编制日期 Date: 2008-12

项目编号 Item No.	CY004	项目名称 Item	U 形支架弯曲 模设计	训练对象 Class	三年制	学时 Time	8
课程名称 Course	冲压模具设计		教材 Textbook	冲压模具设计			
目的 Objective	通过本项目的实训掌握单工序 U 型弯曲模设计方法及步骤						
实训（验）内容（Content）							
U 形支架弯曲模设计							
1. 图样及技术要求	零件名称：U 形支架 材 料：10 钢 材料厚度：2.0mm 生产批量：大批量 零件简图：如图 CY_LX_04 所示 未注公差：IT14						
				图 CY_LX_04			
2. 生产工作要求	手工送料，无裂纹，无翘曲						
3. 任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、非标零件图 7~8 张（采用 AutoCAD）						
4. 完成任务的思路	为了使本任务顺利完成，应按照表 4-7 “U 形支架单工序弯曲模设计工作引导文” 的提示，进行模具设计工作，在设计过程中掌握 U 形弯曲模设计相关知识与技能						

项目五 拉深模设计

项目名称：无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计



学习目标

1. 能够对无凸缘圆筒形拉深件进行拉深工艺分析；
2. 能够计算无凸缘圆筒形拉深件的毛坯尺寸；
3. 能够计算无凸缘圆筒形拉深件的拉深次数，拉深工序件尺寸；
4. 能够设计无凸缘圆筒形拉深件拉深模凸、凹模；
5. 能够设计无凸缘圆筒形拉深件初次拉深模总体结构；
6. 能够设计弹性压边装置。



技能（知识）点

1. 无凸缘圆筒形拉深件拉深工艺分析；
2. 无凸缘圆筒形拉深件毛坯尺寸计算；
3. 无凸缘圆筒形拉深件拉深次数，拉深工序件尺寸计算；
4. 无凸缘圆筒形拉深件拉深模凸，凹模工作部分尺寸计算；
5. 无凸缘圆筒形拉深件初次拉深模总体结构；
6. 拉深模弹性压边装置设计。



5.1 引导案例

5.1.1 无凸缘圆筒形拉深产品

图 5-1 所示的是日常生活中常见的无凸缘圆筒形产品，这些产品具有开口、空心、有底、无凸缘的形状特征，一般可通过拉深模具拉深圆形毛坯成型。



图 5-1 无凸缘圆筒形拉深产品



5.1.2 拉深变形过程及特点

1. 拉深变形过程

拉深变形过程如图 5-2 所示, 将直径为 D 、厚度为 t 的坯料放在凹模 3 的上表面, 凸模 1 下行, 首先是压料圈 2 压住坯料, 接着凸模 1 向下压坯料。

随着凸模 1 的继续下行, 凸模 1 将坯料逐渐拉入凸、凹模间的间隙, 留在凹模 3 端面上的毛坯外径不断缩小。

当坯料全部进入凸、凹模间的间隙时, 拉深过程结束, 直径为 D 的平板毛坯就变成了直径为 d 、高度为 H 的开口圆筒形工件。

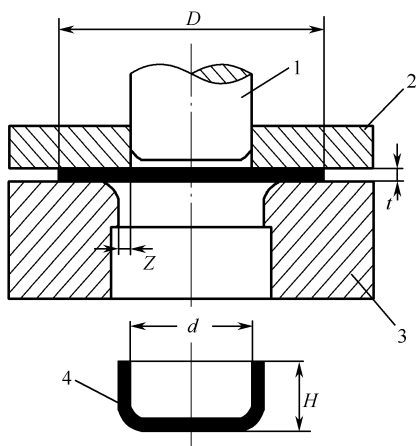


图 5-2 拉深变形过程

1—凸模; 2—压边圈; 3—凹模; 4—拉深产品

2. 拉深变形特点

在圆形毛坯上画出许多等间距的同心圆和等分中心角度的辐射线 (如图 5-3 (a) 所示)。拉深后观察由这些同心圆与辐射线所组成的扇形网格, 可以发现, 筒形件底部的网格基本上保持原来的形状, 而筒壁部分的网格则发生了很大的变化, 由扇形网格变成为矩形网格 (如图 5-3 (b) 所示)。

原来的直径不同的同心圆均变为筒壁上直径相同的水平圆周线, 不仅圆周周长缩短, 而且其间距 a 也增大了, 越靠近筒的口部间距增大越多, 即 $a_1 > a_2 > a_3 > \dots > a$ 。

由上述分析可知, 在拉深过程中, 毛坯的中心部分成为筒形件的底部, 基本不变形, 是不变形区。毛坯的凸缘部分 (即凹模口外的环形部分) 是主要变形区。拉深过程实质上就是将毛坯的凸缘部分材料逐渐转移到筒壁部分的过程。

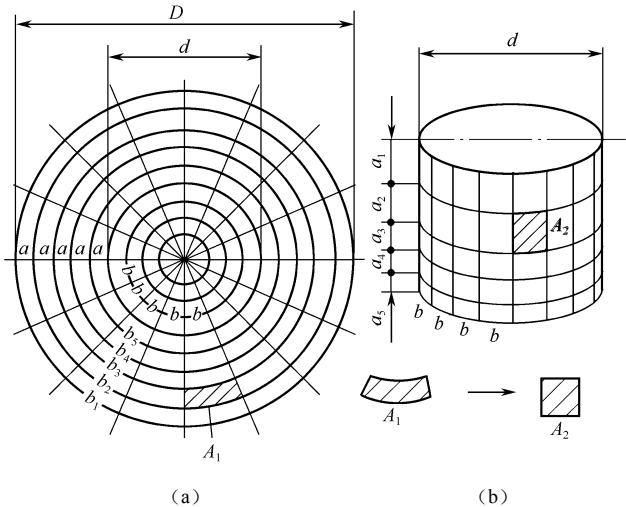


图 5-3 拉深件的网格试验

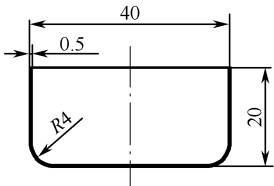


5.2 任务分析

如表 5-1 所示,本项目是设计一副无凸缘圆筒形件拉深模,要求编写计算说明书 1 份(Word 文档格式); 绘制模具总装图 1 张、非标零件图 7~10 张(采用 AutoCAD 绘制)。

表 5-1 无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计工作任务书

班级: 姓名: 学号:

名称	图样及技术要求	
工作对象(如零件)	零件名称: 无凸缘圆筒形支座 材料: 10 钢 材料厚度: 0.5mm 生产批量: 中批量 零件简图: 如图 CY_05 所示	
生产工作要求	大批量, 无起皱, 无裂纹	
任务要求	计算说明书 1 份(Word 文档格式); 绘制模具总装图 1 张、非标零件图 7~10 张(采用 AutoCAD)。	
完成任务的思路	为了能使本项目顺利完成,应按照表 5-7“无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计工作引导文”的提示进行模具设计工作,在设计过程中掌握相关的知识和技能	



5.3 相关知识

5.3.1 拉深件的结构工艺设计规范

- (1) 拉深件的形状应尽量简单、对称,深度应尽可能小,以减少拉深次数。
- (2) 拉深件的精度不宜高于表 5-2 和表 5-3 所列数值,否则应增加整形工序。



表 5-2 无凸缘拉深件的直径偏差

材料厚度 t	直径的基本尺寸 d			附图
	≤ 50	50~100	$>100\sim 300$	
0.5	± 0.12	—	—	
0.6	± 0.15	± 0.20	—	
0.8	± 0.20	± 0.25	± 0.30	
1.0	± 0.25	± 0.30	± 0.40	
1.2	± 0.30	± 0.35	± 0.50	
1.5	± 0.35	± 0.40	± 0.60	
2.0	± 0.40	± 0.50	± 0.70	
2.5	± 0.45	± 0.60	± 0.80	
3.0	± 0.50	± 0.70	± 0.90	
4.0	± 0.60	± 0.80	± 1.00	
5.0	± 0.70	± 0.90	± 1.10	
6.0	± 0.80	± 1.00	± 1.20	

表 5-3 无凸缘拉深件的高度偏差

材料厚度 t	拉深件的高度 h						附图
	≤ 18	$>18\sim 30$	$>30\sim 50$	$>50\sim 80$	$>80\sim 120$	$>120\sim 180$	
1 以下	± 0.5	± 0.6	± 0.7	± 0.9	± 1.1	± 1.3	
$>1\sim 2$	± 0.6	± 0.7	± 0.8	± 1.0	± 1.3	± 1.5	
$>2\sim 3$	± 0.7	± 0.8	± 0.9	± 1.1	± 1.5	± 1.8	
$>3\sim 4$	± 0.8	± 0.9	± 1.0	± 1.2	± 1.8	± 2.0	
$>4\sim 5$	—	—	± 1.2	± 1.5	± 2.0	± 2.5	
$>5\sim 6$	—	—	—	± 1.8	± 2.2	± 2.7	

(3) 对于无凸缘圆筒形拉深件的底部圆角半径（即为拉深凸模圆角半径） r_1 ，应取 $r_1>t$ 。如果 $r_1<t$ ，则应增加整形工序，每整形 1 次， r_1 可减小一半。

(4) 对于半敞开及非对称的空心件，应考虑设计成对拉深，然后剖开，如图 5-4 所示。

(5) 由于拉深件各部位的厚度有较大变化，在设计拉深件时，应注明必须保证内形尺寸（如图 5-5（a）所示）或外形尺寸（如图 5-5（b）所示），不能同时标注内外形尺寸。



图 5-4 半敞开及非对称的空心件

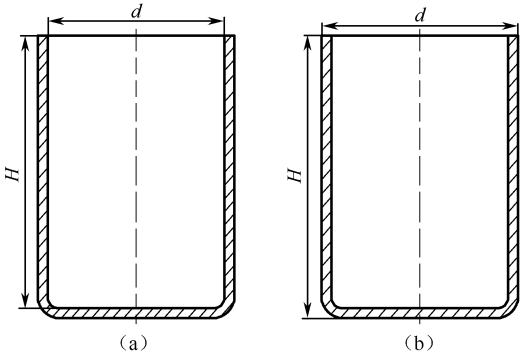


图 5-5 拉深件尺寸标注

5.3.2 无凸缘圆筒形件拉深工艺设计计算规范

1. 拉深毛坯尺寸的计算

(1) 确定修边余量

由于拉深后工件口部不平，通常拉深后需修边，因此计算毛坯尺寸时应在工件高度方向上增加修边余量，无凸缘圆筒形件修边余量 δ 见表 5-4。

表 5-4 无凸缘筒形件的修边余量 δ (mm)

拉深高度 h	拉深件相对高度 h/d				附图
	0.5~0.8	>0.8~1.6	>1.6~2.5	>2.5~4	
≤ 10	1.0	1.2	1.5	2.0	
10~20	1.2	1.6	2.0	2.5	
20~50	2.0	1.5	3.3	4.0	
50~100	3.0	1.8	5.0	6.0	
100~150	4.0	5.0	6.5	8.0	
150~200	5.0	6.3	8.0	10.0	
200~250	6.0	7.5	9.0	11.0	
>250	7.0	8.5	10.0	12.0	

(2) 毛坯直径计算

如图 5-6 所示，对于无凸缘圆筒形件，可划分为 3 部分，设各部分的面积分别 A_1 ， A_2 ， A_3 ，则

$$\begin{aligned} A_1 &= \pi d (H - r) \\ A_2 &= \frac{\pi}{4} [2\pi r (d - 2r) + 8r^2] \\ A_3 &= \frac{\pi}{4} (d - 2r)^2 \end{aligned} \tag{5-1}$$

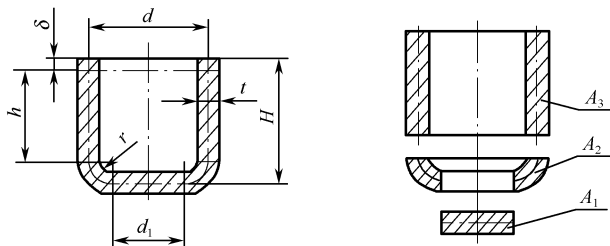


图 5-6 筒形件坯料尺寸计算

设坯料直径为 D ，根据相似性原理及拉深前后面积相等的原则，可得

$$\frac{\pi}{4}D^2 = A_1 + A_2 + A_3 = \sum A_i \quad (5-2)$$

将式 (5-1) 代入式 (5-2)，整理后可得

$$D = \sqrt{d^2 + 4dH - 1.72rd - 0.56r^2} \quad (5-3)$$

必须注意式 (5-3) 中的 H 包括修边余量 δ ；当工件壁厚 $t \geq 1\text{mm}$ 时，应按中线尺寸计算坯料尺寸；当工件壁厚 $t < 1\text{mm}$ 时，按内形或外形尺寸计算均可。

2. 采用压边圈的条件

在分析拉深件的成型工艺时，必须判断该拉深件在拉深过程中是否会起皱，如果不起皱，则可以采用不用压边圈的模具；否则，应该采用带压边装置的模具。

在生产中判断是否采用压边圈的条件平面凹模见表 5-5。

表 5-5 采用压边圈的条件（平面凹模）

拉深方法	第一次拉深		以后各次拉深	
	$(t/D) \times 100$	m_1	$(t/D) \times 100$	m_1
用压边圈	<1.5	<0.6	<1	<0.80
可用可不用	$1.5 \sim 2.0$	0.6	$1 \sim 1.5$	0.80
不用压边圈	>2.0	>0.6	>2.0	>0.80

3. 拉深工序件尺寸的计算

(1) 拉深系数

拉深系数 m 是拉深后制件直径 d 与拉深前毛坯（或工序件）直径 D 之比值。对于多次拉深，如图 5-7 所示，拉深系数可按式 (5-4) 计算。

$$\begin{aligned}
 m_1 &= d_1/D \\
 m_2 &= d_2/d_1 \\
 &\dots \\
 m_{n-1} &= d_{n-1}/d_{n-2} \\
 m_n &= d_n/d_{n-1} \\
 m_{\text{总}} &= \frac{d_n}{D} = \frac{d_1 d_2}{D d_1} = \dots = \frac{d_{n-1} d_n}{d_{n-2} d_{n-1}} = m_1 m_2 \dots m_{n-1} m_n
 \end{aligned} \quad (5-4)$$

式中 D ——拉深前毛坯直径；
 $m_1、m_2、m_3、\cdots、m_n$ ——各次的拉深系数；
 $d_1、d_2、d_3、\cdots、d_{n-1}、d_n$ ——各次拉深制件的直径；
 $m_{总}$ ——需多次拉深成形制件的总拉深系数。

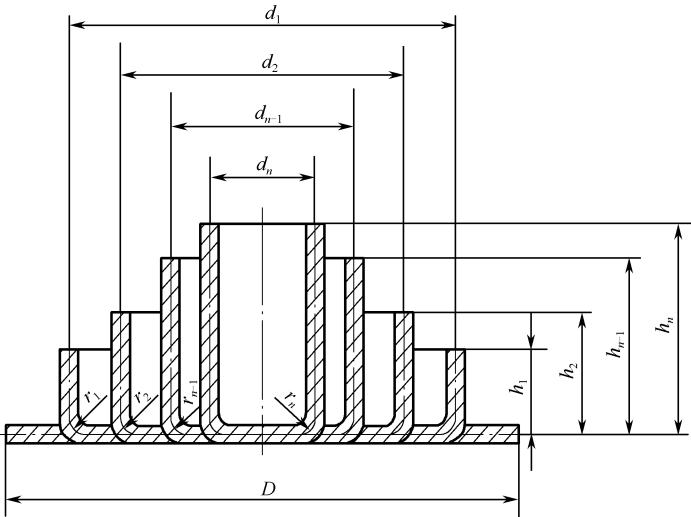


图 5-7 圆筒形件多次拉深件示意图

(2) 极限拉深系数

如拉深系数 m 减小到某一极限值时，就会使拉深件起皱、断裂或严重变薄超差，这个极限值就称为极限拉深系数，带压边圈时圆筒形件的极限拉深系数见表 5-6。在实际生产中，一般情况下均采用大于极限值的拉深系数。

表 5-6 带压边圈时圆筒形件的极限拉深系数

拉深系数	坯料相对厚度 t/D (%)					
	2.0~1.5	1.5~1.0	1.0~0.6	0.6~0.3	0.3~0.15	0.15~0.08
m_1	0.48~0.50	0.50~0.53	0.53~0.55	0.55~0.58	0.58~0.60	0.60~0.63
m_2	0.73~0.75	0.75~0.76	0.76~0.78	0.78~0.79	0.79~0.80	0.80~0.82
m_3	0.76~0.78	0.78~0.79	0.79~0.80	0.80~0.81	0.81~0.82	0.82~0.84
m_4	0.78~0.80	0.80~0.81	0.81~0.82	0.82~0.83	0.83~0.85	0.85~0.86
m_5	0.80~0.82	0.82~0.84	0.84~0.85	0.84~0.85	0.86~0.87	0.87~0.88

注：1. 表中拉深数据适用于 08、10 和 15Mn 等普通拉深碳钢及软黄铜 H62。对拉深性能较差的材料，如 20、25、Q215、Q235、硬铝等应比表中数值大 1.5%~2.0%；而对塑性更好的，如 05、08、10 等拉深钢及软铝应比表中数据小 1.5%~2.0%。

2. 表中数据适用于未经中间退火的拉深，若采用中间退火工序时，可取较表中数值小 2%~3%。

3. 表中较小值适用于大的凹模圆角半径 $r_{凹} = (8\sim15)t$ ，较大值适用于小的凹模圆角半径 $r_{凹} = (4\sim8)t$ 。

(3) 拉深次数

拉深次数的确定可采用推算法。根据坯料相对厚度，由表 5-6 查得各次拉深的极限拉深系数，然后依次计算出各次拉深工序件的直径，即



$$d_1 = m_1 D, \quad d_2 = m_2 d_1, \quad \dots, \quad d_n = m_n d_{n-1} \quad (5-5)$$

当计算到 $d_n < d$ 时, 即当计算所得直径小于或等于工件直径 d 时, 计算的次数 n 即为拉深次数。

(4) 工序件直径

按式 (5-5) 计算各次拉深工序件直径, 如果计算所得的 d_n 小于工件直径 d , 则应调整各次拉深系数, 使 $d_n = d$, 并按调整后的拉深系数重新计算各工序件直径。

调整时依照下列原则: 变形程度逐次减小, 即后续拉深系数逐次增大。

(5) 工序件高度

根据拉深前后面积相等原则, 可推导出工序件高度计算公式 (5-6)。

$$\begin{aligned} h_1 &= 0.25 \left(\frac{D^2}{d_1} - d_1 \right) + 0.43 \frac{r_1}{d_1} (d_1 + 0.32r_1) \\ h_2 &= 0.25 \left(\frac{D^2}{d_2} - d_2 \right) + 0.43 \frac{r_2}{d_2} (d_2 + 0.32r_2) \\ &\dots \\ h_n &= 0.25 \left(\frac{D^2}{d_n} - d_n \right) + 0.43 \frac{r_n}{d_n} (d_n + 0.32r_n) \end{aligned} \quad (5-6)$$

式中 h_1, h_2, \dots, h_n ——各次拉深工序件高度, 单位为 mm;

D ——坯料直径, 单位为 mm;

d_1, d_2, \dots, d_n ——各次拉深工序件直径, 单位为 mm;

r_1, r_2, \dots, r_n ——各次拉深工件件底部圆角半径 (即相应的拉深凸模的圆角半径)。

首次拉深时, 凸模圆角半径取与凹模圆角半径相等的数值, 最后一次拉深取与制件底部圆角半径相等的数值, 中间各次 r_p 可取相应于 r_d 略小些的数值, 即

$$r_{p(n)} = (0.7 \sim 1.0) r_{d(n)} \quad (5-7)$$

凹模的圆角半径 r_d 可按式 (5-20) 计算。

5.3.3 圆筒形件的拉深力与压料力

1. 拉深力计算

1. 如图 5-8 所示, 采用压边圈的拉深力按式 (5-8) 和式 (5-9) 计算。

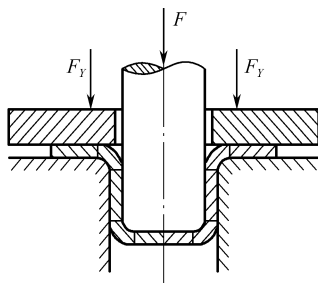


图 5-8 拉深力与压料力

$$\text{首次拉深: } F = \pi d_1 t \sigma_b K_1 \quad (5-8)$$



以后各次拉深： $F=\pi d_i t \sigma_b K_2$ （ $i=2、3、4\cdots n$ ）(5-9)

式中 F ——拉深力；
 $d_1、\cdots、d_n$ ——各次拉深后的工序件直径；
 t ——板料厚度；
 σ_b ——拉深材料的抗拉强度；
 $K_1、K_2$ ——修正系数，其值见表 5-7 和表 5-8。

表 5-7 修正系数 K_1

m_1	0.55	0.57	0.60	0.62	0.65	0.67	0.70	0.72	0.75	0.77	0.80
K_1	1.0	0.93	0.86	0.79	0.72	0.66	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40

表 5-8 修正系数 K_2

$m_2、m_3\cdots、m_n$	0.70	0.72	0.75	0.77	0.80	0.85	0.90	0.95
K_2	1.0	0.95	0.90	0.85	0.80	0.70	0.60	0.50

2. 压料力计算

圆筒形件首次拉深的压料力可按式（5-10）计算

$$F_Y = \frac{\pi}{4} \left[D^2 - (d_1 + 2r_{d1})^2 \right] p \tag{5-10}$$

圆筒形件以后各次拉深的压料力可按式（5-11）计算

$$F_Y = \frac{\pi}{4} \left[d_{i-1}^2 - (d_i + 2r_{di})^2 \right] p \tag{5-11}$$

式中 p ——单位压边力（MPa），可按表 5-9 选取；
 D ——坯料直径；
 $d_1、\dots、d_n$ ——各次拉深工序件直径；
 $r_{d1}、\dots、r_{dn}$ ——各次拉深凹模的圆角半径。

表 5-9 单位压边力 p

材 料 名 称		单位压边力 p （MPa）
铝		0.8~1.2
紫铜、硬铝（退火）		1.2~1.8
黄铜		1.5~2.0
软钢	板料厚度 $t < 0.5\text{mm}$	2.5~3.0
	板料厚度 $t > 0.5\text{mm}$	2.0~2.5
镀锌钢板		2.5~3.0
耐热钢（软化状态）		2.8~3.5
高合金钢、高锰钢、不锈钢		3.0~4.5

3. 压力机公称压力的确定

拉深工艺总压力按式（5-12）计算



$$F_Z=F+F_Y \tag{5-12}$$

式中 F ——拉深力；
 F_Y ——压料力。

在实际生产中可按式 (5-13) 和式 (5-14) 来确定压力机的公称压力。

$$\text{浅拉深 } F_g \geq (1.6 \sim 1.8) F_Z \tag{5-13}$$

$$\text{深拉深 } F_g \geq (1.8 \sim 2.0) F_Z \tag{5-14}$$

式中 F_g ——压力机的公称压力。

5.3.4 拉深模工作部分设计

1. 拉深间隙的选取

拉深间隙 C 是指凸、凹模之间的单边间隙。

$$C = \frac{D_d - D_p}{2} \tag{5-15}$$

拉深间隙小，坯料与模具间的摩擦加剧，拉深力大、模具磨损大，使零件减薄甚至拉裂，但工件回弹小，精度高；拉深间隙大，坯料易起皱，精度差。

生产实际中，采用压边圈时，拉深间隙一般按表 5-10 选取。

表 5-10 有压边圈拉深时的拉深间隙

总拉深次数	拉深工序	单边间隙 C	总拉深次数	拉深工序	单边间隙 C
1	第 1 次拉深	$(1.0 \sim 1.1) t$	4	第 1、2 次拉深	$1.2t$
2	第 1 次拉深	$1.1t$		第 3 次拉深	$1.1t$
	第 2 次拉深	$(1.0 \sim 1.05) t$		第 4 次拉深	$(1.0 \sim 1.05) t$
3	第 1 次拉深	$1.2t$	5	第 1、2、3 次拉深	$1.2t$
	第 2 次拉深	$1.1t$		第 4 次拉深	$1.1t$
	第 3 次拉深	$(1.0 \sim 1.05) t$		第 5 次拉深	$(1.0 \sim 1.05) t$

注：1. 板料厚度取允许偏差的中间值。

2. 当拉深精密制件时，末次拉深间隙 $C = (0.9 \sim 1.0) t$ 。

2. 凸模和凹模工作部分的尺寸及制造公差

① 中间过渡工序的半成品尺寸，由于没有严格限制的必要，模具工作部分尺寸只要等于半成品的尺寸即可，若以凹模为基准，则模具工作部分尺寸计算见式 (5-16) 和式 (5-17)。

$$\text{凹模尺寸： } D_d = D_{\max 0}^{+\delta_d} \tag{5-16}$$

$$\text{凸模尺寸： } D_p = (D_{\max} - 2C)_{-\delta_p}^0 \tag{5-17}$$

② 对于末次拉深模，其凸模和凹模尺寸及公差应按制件的要求确定。

当制件要求外形尺寸时 (图 5-9 (a))，以凹模为基准。先确定凹模尺寸，因为凹模尺寸在拉深中随磨损的增加而逐渐变大，因此应取工件的最小极限尺寸，其计算公式见式 (5-18)



和式 (5-19)。

凹模尺寸： $D_d = (D_{\max} - 0.75\Delta)_0^{+\delta_d}$ (5-18)

凸模尺寸： $D_p = (D_{\max} - 0.75\Delta - 2C)_0^{+\delta_p}$ (5-19)

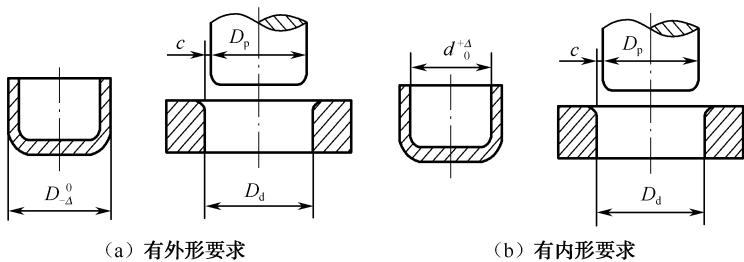


图 5-9 拉深制件的标注与模具尺寸

当制件要求内形尺寸时（图 5-9 (b)），以凸模为基准，先定凸模尺寸。因为凸模会越磨越小，因此应取工件的最大极限尺寸，其计算公式见式 (5-20) 和式 (5-21)。

凸模尺寸： $d_p = (d_{\min} + 0.4\Delta)_0^{+\delta_p}$ (5-20)

凹模尺寸： $D_d = (d_{\min} + 0.4\Delta + 2C)_0^{+\delta_d}$ (5-21)

凸、凹模的制造公差 δ_d 和 δ_p 可按表 5-11 选取。

表 5-11 拉深凸模制造公差 δ_p 和凹模制造公差 δ_d (mm)

板料厚度 t	拉深件直径					
	≤ 20		$> 20 \sim 100$		> 100	
	δ_d	δ_p	δ_d	δ_p	δ_d	δ_p
≤ 0.5	0.02	0.01	0.03	0.02	—	—
$> 0.5 \sim 1.5$	0.04	0.02	0.05	0.03	0.08	0.05
> 1.5	0.06	0.04	0.08	0.05	0.10	0.06

注： δ_p 、 δ_d 在必要时可提高至 IT6~IT8 级。若制件公差在 IT13 级以下，则 δ_p 、 δ_d 可以采用 IT10 级。

3. 拉深模具的圆角半径 r_d

(1) 凹模圆角半径 r_d

首次拉深时可按式 (5-22) 计算。

$r_d = 0.8\sqrt{(D - d_d)t}$ (5-22)

式中 r_d ——凹模圆角半径 (mm);
 d_d ——凹模工作部分直径 (mm);
 t ——坯料厚度 (mm);
 D ——坯料直径 (mm)。



后续各次拉深时应逐步减小, 其值可按关系式 $r_{dn} = (0.6 \sim 0.8) r_{d(n-1)}$ 确定, 但应大于或等于 $2t$ 。若其值小于 $2t$, 一般很难拉出, 只能靠拉深后整形得到所需尺寸零件。

(2) 凸模圆角半径 r_p

首次拉深时凸模圆角半径 r_p 可取与凹模圆角半径相同值, 最后一次拉深时凸模圆角半径取与制件底部圆角半径相等的数值, 中间各次拉深可按式 (5-23) 计算

$$r_{pi} = (0.7 \sim 1.0) r_{pi-1} \quad (5-23)$$

4. 拉深凸模的结构形式

拉深后由于受空气压力的作用制件包紧在凸模上不易脱下, 材料厚度较薄时冲件甚至会被压瘪。因此, 通常都需要在凸模上留有通气孔 (图 5-10 (a))。

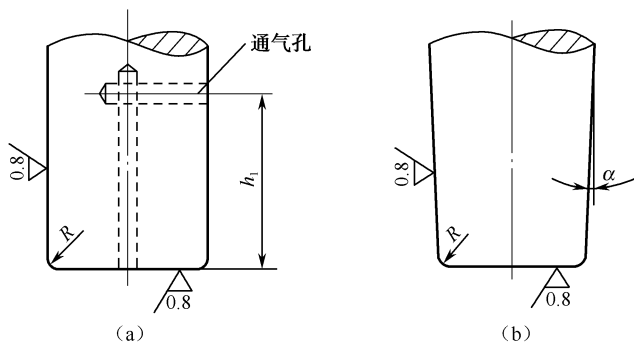


图 5-10 拉深凸模的形式

通气孔的开口高度 h_1 应大于制件的高度 H , 一般取

$$h_1 = H + (5 \sim 10) \text{ mm} \quad (5-24)$$

通气孔的直径不宜太小, 否则容易被润滑剂堵塞或因通气量小而导致气孔不起作用。圆形凸模通气孔的尺寸见表 5-12。

拉深后为了使制件容易从模具上脱下, 凸模的高度方向应带有一定锥度 (图 5-10 (b)), 一般圆筒形零件的拉深, α 可取 $2' \sim 5'$ 。

表 5-12 圆形凸模通气孔的尺寸

凸模直径 (mm)	~50	>50~100	>100~200	>200
出气孔直径 (mm)	5	6.5	8	9.5

5. 拉深凹模的结构形式

对于可一次拉成型的浅拉深件, 其凹模可采用如图 5-11 (a)、(b) 所示结构。

图 5-11 中圆角以下的直壁部分是坯料受力变形形成圆筒形件侧壁、产生滑动的区域, 其值 h 应尽量地取小些。但如果 h 过小, 则在拉深过程结束后制件会有较大的回弹, 而使拉深件在整个高度上各部分的尺寸不能保持一致; 而当 h 过大时, 拉深件侧壁在凹模洞口直壁部分滑动时摩擦力增大而造成侧壁过分变薄。

直壁部分的高度 h 在精拉深可取 $6 \sim 10 \text{ mm}$, 在普通拉深时可取 $9 \sim 13 \text{ mm}$ 。

拉深完成后由于金属弹性回复的作用, 制件的口部略有增大。这时, 凹模口部直壁部分

的下端应做成直角，这样在凸模回程时，凹模就能将拉深件钩下，直角部分单边宽度可取 2~5mm，高度可取 4~6mm，凹模壁厚可取 30~40mm。

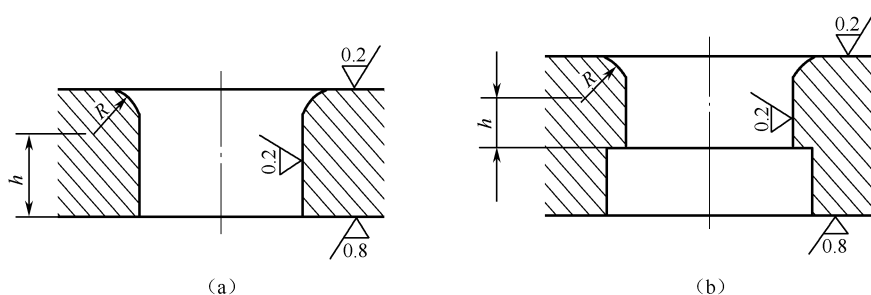


图 5-11 凹模结构

5.3.5 拉深模具的结构设计

拉深模具的结构与冲裁模具的结构类似。图 5-12 是带压边圈的正装式拉深模，适合冲制拉深高度较小的零件。

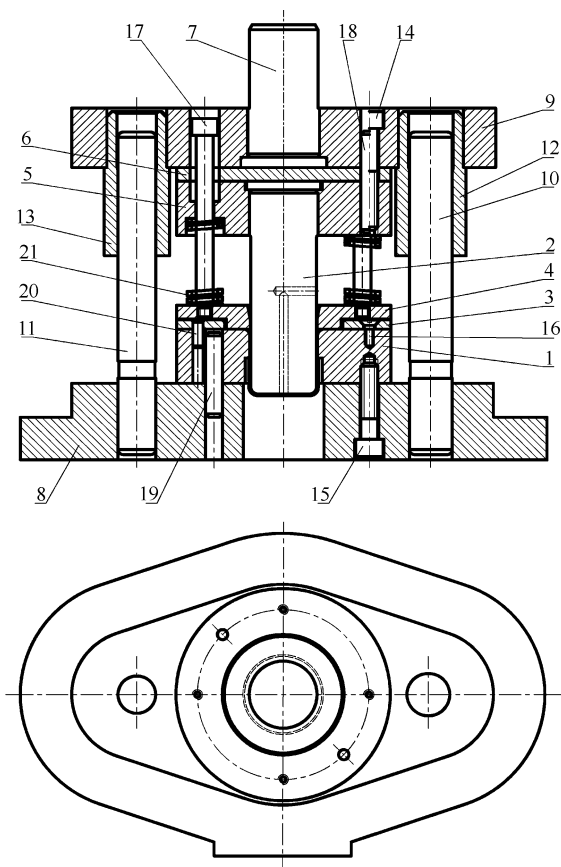


图 5-12 带压边圈的正装式拉深模

1—凹模；2—凸模；3—定位板；4—压边圈；5—凸模固定板；6—凸模垫板；7—模柄；8—下模座；9—上模座；10、11—导柱；12、13—导套；14、15、16—螺钉；17—卸料螺钉；18、19、20—销钉



这种拉深模结构简单，使用方便，制造容易。工作时，将毛坯放入定位板 3 内，上模下降，弹性压边圈先将毛坯压住，然后凸模 2 对毛坯进行拉深。当拉深结束上模回升时，包在凸模上的工件被凹模台阶部分刮下。凸模上开设了排气孔，以防拉深件紧吸于凸模上而造成卸件困难。



5.4 任务实施（步骤、方法、内容）

5.4.1 无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计工作引导文

表 5-7 无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计工作引导文

步骤	方法	内容	效果	时间（min）
1	学习教材 5.2.1，听教师讲解设计任务及要求	无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计工作任务及要求	明确无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计工作任务的内容、要求	10
2	学习教材 5.3.1 节	对无凸缘圆筒形钢杯零件进行拉深工艺分析	判断无凸缘圆筒形钢杯零件拉深工艺的合理性	10
3	学习教材 5.3.2 节	圆筒形拉深件的毛坯尺寸计算、拉深工序件尺寸的计算	确定毛坯尺寸、确定拉深次数及工序件尺寸	25
4	学习教材 5.3.3 节	圆筒形件的拉深力与压料力计算	确定圆筒形件的拉深力与压料力	10
5	参考项目四	压机参数选择	初选冲压设备	10
6	学习教材 5.3.5 节	模具总体结构初步设计	确定模具总体结构，绘制模具总体结构草图	30
7	学习教材 5.3.4 节	拉深模具工作部分口尺寸计算	确定拉深模具工作部分口尺寸	20
8	学习教材 5.3.4 节	凹模长、宽、高尺寸计算	确定凹模结构、尺寸	15
9	参考项目四	定位零件设计	确定定位板结构、尺寸	15
10	参考项目一、二	凸模垫板设计	确定凸模垫板结构、尺寸	15
11	学习教材 5.3.4 节	凸模结构尺寸计算	确定凸模结构、尺寸	15
12	参考项目一	模座设计	确定模座、导套、导柱型号、参数	15
13	参考项目二	弹性压边装置设计	确定压边圈结构尺寸；卸料螺钉、弹簧规格	30
14	参考项目一	计算模具闭合高度	校核压力机闭合高度与模具闭合高度是否相适应，否则重选压力机	10
15	参考项目一	模柄设计	确定压入式模柄参数	10
16	参考项目一、项目二	螺钉、销钉参数	螺钉、销钉规格，数量	20
17	参考项目一、项目二	零件详细设计	模具零件图绘制	90
18	参考项目一、项目二	模具装配图绘制	模具装配图绘制	40
19		计算说明书整理及图纸整理、归档	计算说明书一份，零件图 7~8 张，装配图 1 张	30
合 计				420



5.4.2 无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计实例

1. 冲压工艺分析及冲压工艺方案的确定

(1) 结构及尺寸

制件为无凸缘圆筒形零件，要求外形尺寸，对厚度变化没有要求，制件的形状满足拉深工艺要求。底部圆角半径 $r = 4\text{mm} > t = 0.5\text{mm}$ ，满足 5.3.1 节的要求（对无凸缘圆筒形件，拉深凸模圆角半径大于坯料厚度）。

(2) 精度

尺寸未注公差，按 IT14 级，查附录 D1，尺寸 $\phi 40$ 的公差值为 0.62，大于表 5-2 规定值，尺寸 20 的公差值为 0.52，大于表 5-3 的规定值，因此，工件精度满足拉深工序对制件公差等级的要求。

(3) 材料

10 钢为优质碳素钢，适合拉深工艺。

(4) 批量

该产品为中批量，采用单工序拉深模具生产能满足生产需要。

综上所述，该产品适合采用单工序拉深模具生产。

2. 拉深工艺计算

(1) 拉深件毛坯尺寸的计算

① 确定修边余量 Δh 。该制件 $h = 20\text{mm}$ ， $d = 40\text{mm}$ ，则 $h/d = 0.5$ 。根据 h 及 h/d 查表 5-4 可确定 $\Delta h = 1.2\text{mm}$ 。

② 计算毛坯直径。因为板料厚度小于 1mm，故可直接用零件图所注尺寸进行计算。

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{d^2 + 4dH - 1.72dr - 0.56r^2} \\ &= \sqrt{40^2 + 4 \times 40 \times 21.2 - 1.72 \times 40 \times 4 - 0.56 \times 4^2} \\ &\approx 68.7\text{mm} \end{aligned}$$

(2) 拉深系数与拉深次数的确定

① 拉深系数的确定。工件总的拉深系数为： $m_{\text{总}} = d/D = 40/68.7 = 0.582$ 。

② 拉深次数的确定。毛坯相对厚度为 $t/D = 0.5/68.7 = 0.00728 = 0.728\%$ 。

根据 $t/D = 0.728\%$ ，查表 5-5，可确定第一次拉深时应采压边圈；查表 5-6，可确定首次拉深的极限拉深系数为： $m_1 = 0.53 \sim 0.55$ 。

因为 $m_{\text{总}} > m_1$ ，故工件可一次拉深成形。

3. 拉深力与压边力的计算

根据式 (5-8) 确定拉深所需的拉深力为：

$$F_{\text{拉深}} = K_1 \pi d t \delta_b = 0.9 \times \pi \times 40 \times 0.5 \times 440 \approx 24869 \text{ (N)}$$

根据式 (5-10) 确定拉深所需的压边力为：

$$F_{\text{压边}} = \frac{\pi}{4} [D^2 - (d_1 + 2r_d)^2] p = \frac{\pi}{4} [68.7^2 - (40 + 2 \times 4)^2] \times 2.7 \approx 5120 \text{ (N)}$$

根据式 (5-12) 确定拉深所需的总压力为：



$$F_{\text{总}} = F_{\text{拉深}} + F_{\text{压边}} = 24869 + 5120 = 29989 \text{ (N)}$$

4. 初选压力机

根据式 (5-13) 确定压力机的公称压力为: $F_g \geq 1.4 \times F_{\text{总}} = 1.4 \times 29989 \approx 41985 \text{ (N)}$

根据压力机的公称压力大于 F_g , 滑块行程大于工件高 2.5~3.0 倍。故初选压力机型号为 J23-25, 参数为:

公称力: 250kN;

滑块行程: 65mm;

最大闭合高度: 270mm;

连杆调节量: 55mm;

工作台尺寸 (前后×左右): 370mm×570mm;

模柄孔尺寸 (直径/深度) $\phi 40\text{mm}/60\text{mm}$ 。

5. 拉深模结构的设计

经过工艺性分析计算, 可知制件能一次拉深成型, 模具拟采用带压边圈的正装式结构, 采用这种结构的优势在于模具结构简单, 利用凸将制件直接顶出凹模, 压边圈能有效阻止坯料变形, 拉深模结构简图如图 5-12 所示。

6. 拉深模工作部分尺寸计算

(1) 凸、凹模间隙计算

查表 5-10, 可得有压边圈第一次拉深时的单边间隙为: $C = (1 \sim 1.1)t = 1.1 \times 0.5 = 0.55 \text{ (mm)}$

(2) 凸模、凹模工作部分尺寸计算

凸、凹模的制造公差 δ_p 和 δ_d 可按表 5-11 选取。此工件要求的是外形尺寸, 设计凸、凹模时, 应以凹模尺寸为基准, 间隙取在凸模上。

凹模尺寸: $D_d = (D_{\text{max}} - 0.75\Delta)_0^{+\delta_d} = (40 - 0.75 \times 0.62)_0^{+0.03} \approx 39.54_0^{+0.03}$

凹模尺寸: $d_p = (D_d - 2C)_{-\delta_p}^0 = (39.54 - 2 \times 0.55)_{-0.02}^0 = 38.44_{-0.02}^0$

(3) 凸、凹模的圆角半径的计算

① 凹模圆角半径 r_d 按式 (5-20) 计算。

$$r_d = 0.8\sqrt{(D - d_d)t} = 0.8\sqrt{(68.7 - 39.54) \times 0.5} \approx 3.1$$

因此, 可取拉深凹模圆角半径为 4mm。

② 凸模圆角半径 r_p 。因为制件可一次拉成, 且零件图上所标注的圆角半径大于 r_p 的最小合理值, 所以 r_p 值取与制件底部圆角半径相同的值, 即取 $r_p = 4\text{mm}$ 。

7. 拉深模零部件初步设计

(1) 凹模结构初步设计

凹模结构参考图 5-11 (b) 所示结构进行设计。凹模直壁段高度 h 取 9~13mm; 直角部分单边宽度取 2~3mm, 高度可取 5~10mm; 凹模壁厚取 30~40mm。

因此, 凹模高度 (厚度) 可取为: $4 + (9 \sim 13) + 5 \sim 10 = 18 \sim 27 \text{ (mm)}$

凹模直径可取为: $39.54 + 2 \times (30 \sim 40) = 99.54 \sim 119.54 \text{ (mm)}$

查附录 F2, 确定凹模规格为: $\phi 125 \times 32\text{mm}$, 凹模结构参数调整如下:



凹模圆角半径 $r_d=4\text{mm}$;直壁段高度 $h=13\text{mm}$;直角部分单边宽度取 2.5mm ,高度可取 15mm 。

(2) 上、下模座的初步设计

根据凹模厚度,查附录 M3,初选中间导柱圆形模座,型号参数为:

下模座 $125\times 35\text{mm}$, GB/T 2855.12—1990

上模座 $125\times 35\text{mm}$, GB/T 2855.11—1990

(3) 定位板初步设计

定位板外径取与凹模直径相同,根据板料厚度 $t=0.5\text{mm}$,查表 2-9 可确定定位板的定位部分厚度为 $h=2.5\text{mm}$,因此,定位板规格可确定为 $\phi 125\times 5.5\text{mm}$ 。

(4) 凸模固定板初步设计

凸模固定板外径取与凹模直径相同,厚度取为 32mm 。查附录 F2,可确定凸模固定板规格为 $\phi 125\times 32\text{mm}$ 。

(5) 凸模垫板初步设计

凸模垫板外径取与凹模直径相同,厚度取为 8mm 。查附录 F2,可确定凸模固定板规格为 $\phi 125\times 8\text{mm}$ 。

(6) 弹性压边装置初步设计

拉深结束时,模具各零件相对位置关系图如图 5-13 所示。

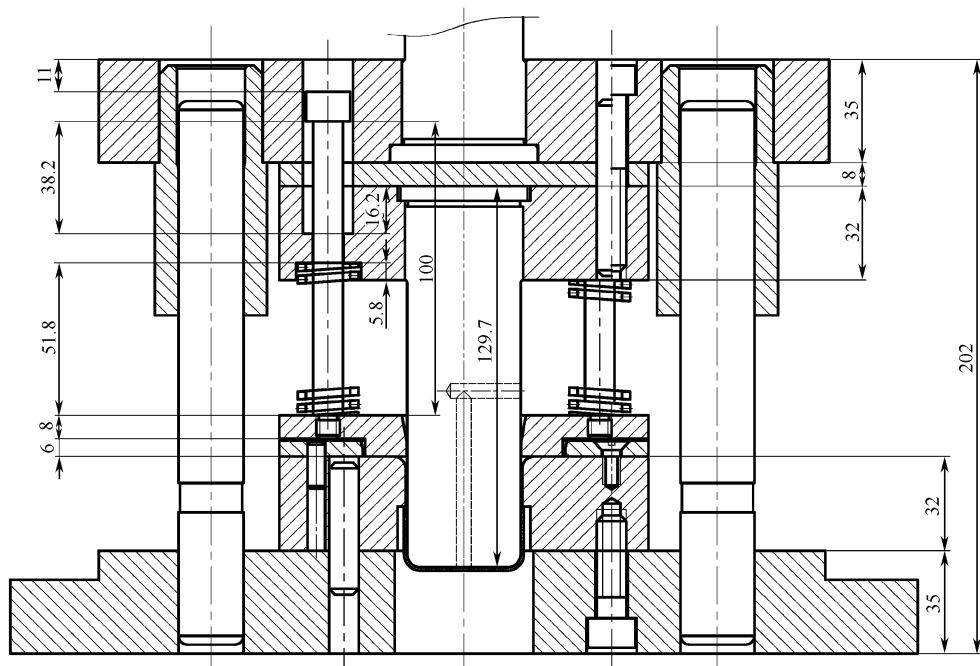


图 5-13 拉深结束时上模各零件相对位置关系图

① 压边圈。压料圈直径取与凹模直径相同,总厚度取为 14mm ,其中台阶部分高 6mm ,与 M8 卸料螺钉的配合部分厚度 8mm ,其他结构尺寸可参考 2.3.8 节介绍的弹压卸料装置设计规范进行设计。

② 弹簧。初选 8 个弹簧,每个弹簧的荷重为 $5120/8=640\text{N}$,查附录 C1,选取 $\phi 22$ 的轻



荷重（蓝色）弹簧，弹簧参数为：外径：22mm，内径：11mm，荷重 657N，弹簧系数：1.86，最大压缩比 48%。

由图 5-13 可知，压边圈相对凸模行程 $=0.5+4+13+(21.2-0.5)=38.2\text{mm}$ ，因此弹簧自由长度应为： $L=38.2/0.48=79.58\text{mm}$

取弹簧自由长度 90mm，压缩 38.2mm 后长度为： $90-38.2=51.8\text{mm}$ （弹簧安装长度）

③ 卸料螺钉。初定选用 M8 的卸料螺钉，如图 5-13 所示，卸料螺钉的长度为： $51.8+10+38.2=100\text{mm}$ 。

卸料螺钉规格：M8×100mm。

（7）凸模初步设计

凸模工作部分采用如图 5-10（a）所示结构，固定部分采用台阶式结构，如图 5-13 所示。

凸模长度 $=32+(51.8-5.8)+14+(4+13)+(21.2-0.5)=129.7\text{mm}$

（8）闭模高度校核

闭模高度 $=35+8+32+(51.8-5.8)+14+32+35=202\text{mm}$

因为压力机的最大闭合高度为 270mm，连杆调节量为 55mm，因此，所选压力机满足模具设计要求。

（9）导柱、导套的选择

据式（1-21）可确定导柱长度： $L=202-(2\sim3)-(10\sim15)=184\sim190\text{mm}$ 。

查附录 M6，附录 M7，选取的导柱、套型号为：

左导柱 B22h5×190×50 GB/T2861.1；

右导柱 B25h5×190×50 GB/T2861.1；

左导套 A22H6×85×33；

右导套 A25H6×85×33。

（10）模柄的设计

根据式（1-23）及压力机滑块模柄孔尺寸（ $\phi 40\text{mm}\times 60\text{mm}$ ），查附录 N1 可确定压入式模柄型号为：模柄 A40×85 GB2862.1-81 Q235。

（11）螺钉、销钉的选择

参考项目一可确定螺钉，销钉的规格、数量。

凸模固定板固定：螺钉 4-M10×60，销钉 2- $\phi 10\times 60\text{mm}$ 。

凹模固定：螺钉 4-M10×35，销钉 2- $\phi 10\times 50\text{mm}$ 。

定位板固定：沉头螺钉 4-M6×15，销钉 4- $\phi 6\times 15\text{mm}$ 。

模柄止转销：销钉 $\phi 6\times 10\text{mm}$ 。

8. 拉深模零部件详细设计

参考项目一及项目四主要零部件的详细设计方法进行设计，并绘制零件图、装配图如下：

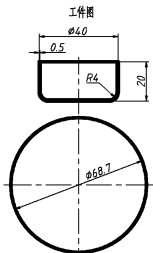
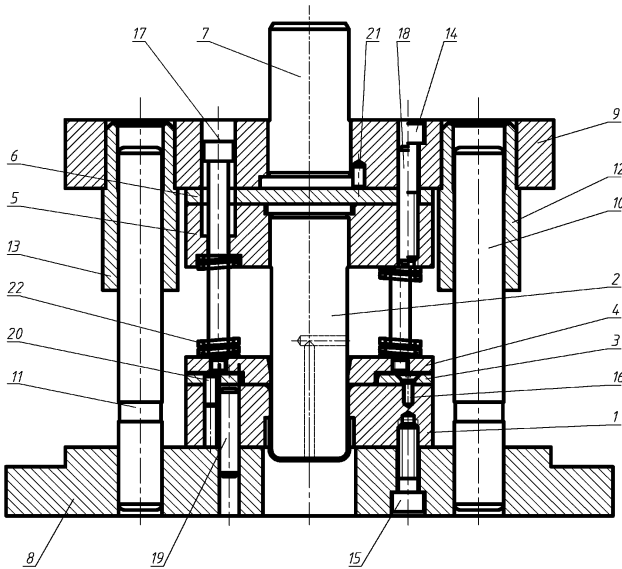
（1）凹模零件图见图 CY_05_01。

（2）凸模零件图见图 CY_05_02。

（3）定位板零件图见图 CY_05_03。



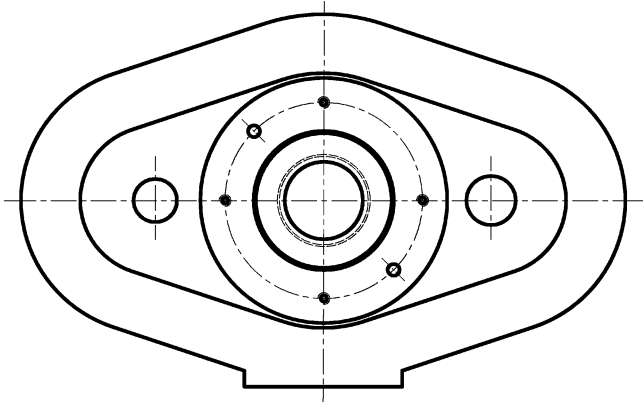
- (4) 凸模垫板零件图见图 CY_05_04。
- (5) 凸模固定板零件见图 CY_05_05。
- (6) 压边圈零件图见附图 CY_05_06。
- (7) 模柄零件见图 CY_05_7。
- (8) 下模座零件图见图 CY_05_08。
- (9) 上模座零件图见图 CY_05_9。
- (10) 模具装配图见图 CY_05_00。



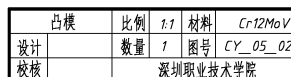
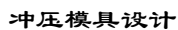
材料：10钢 料厚：0.5mm

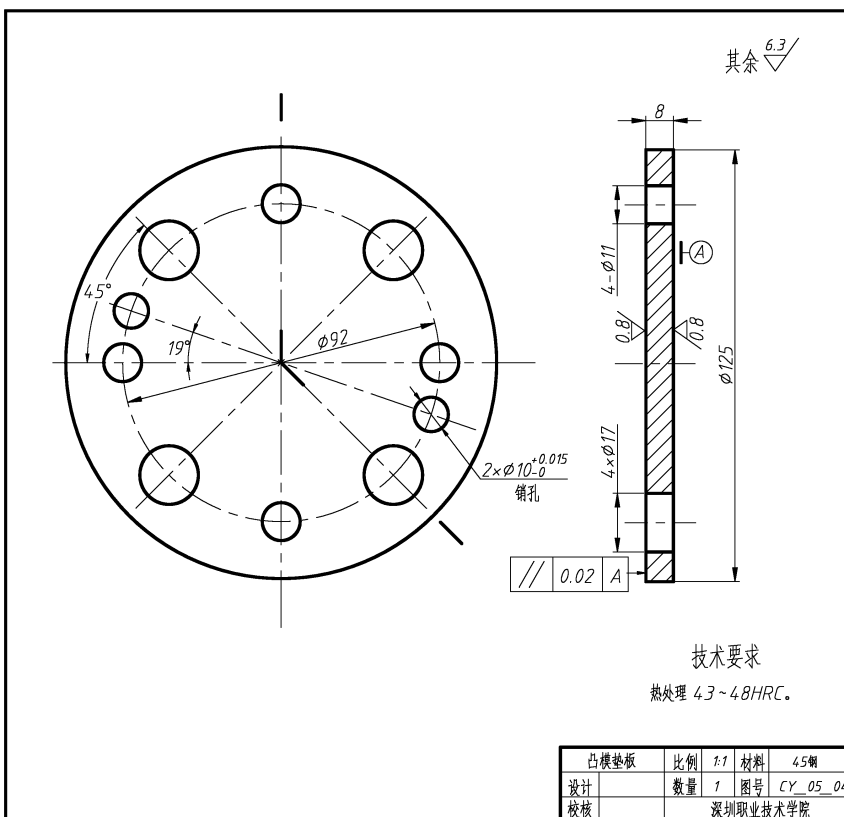
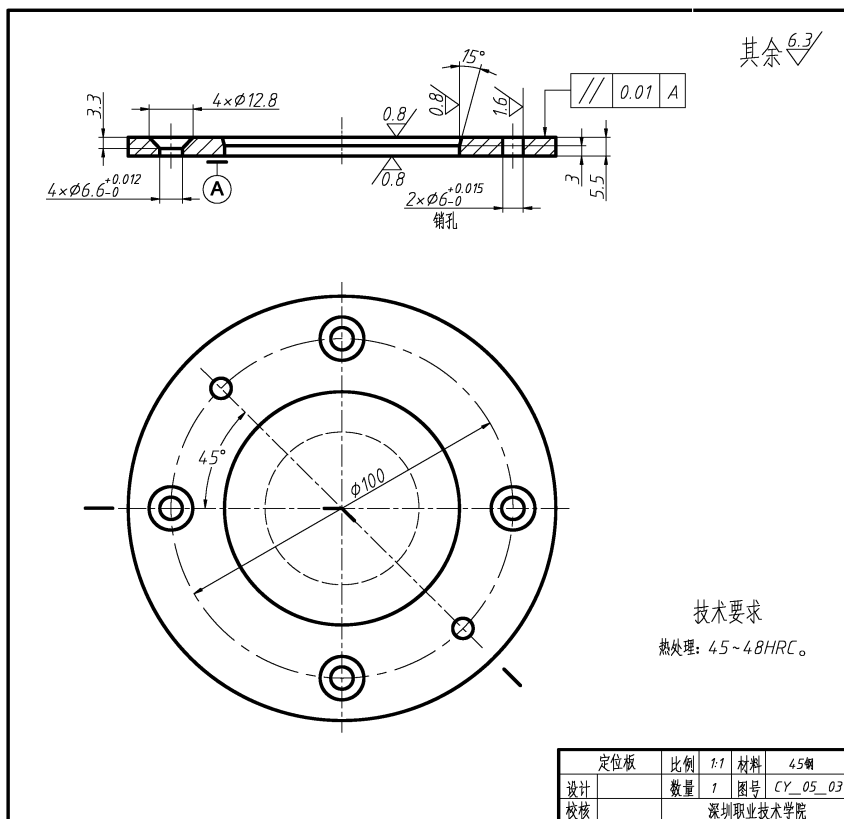
技术要求

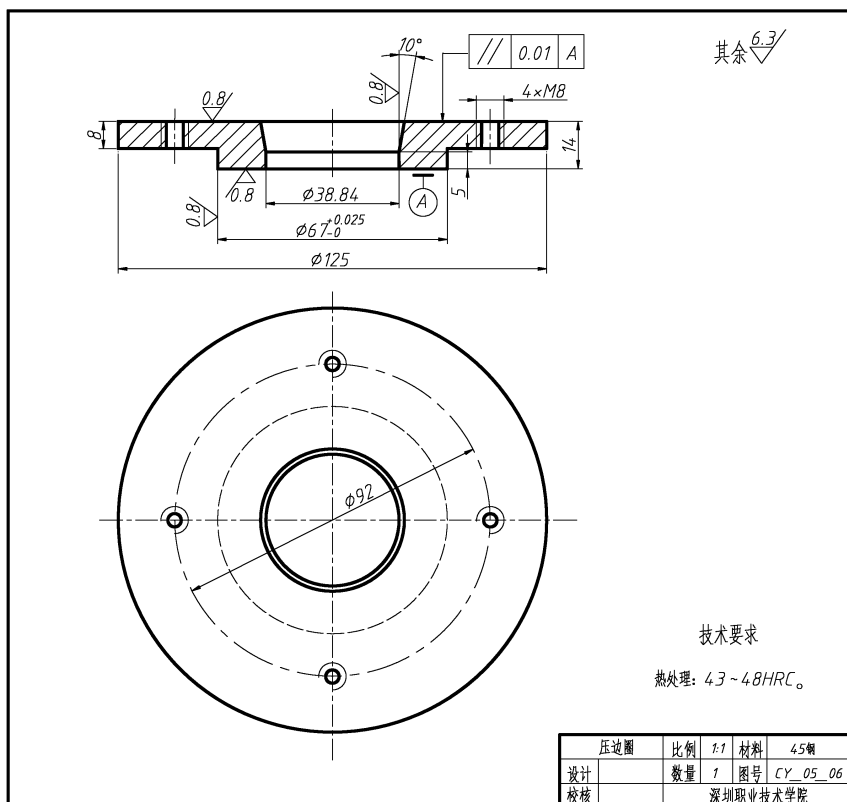
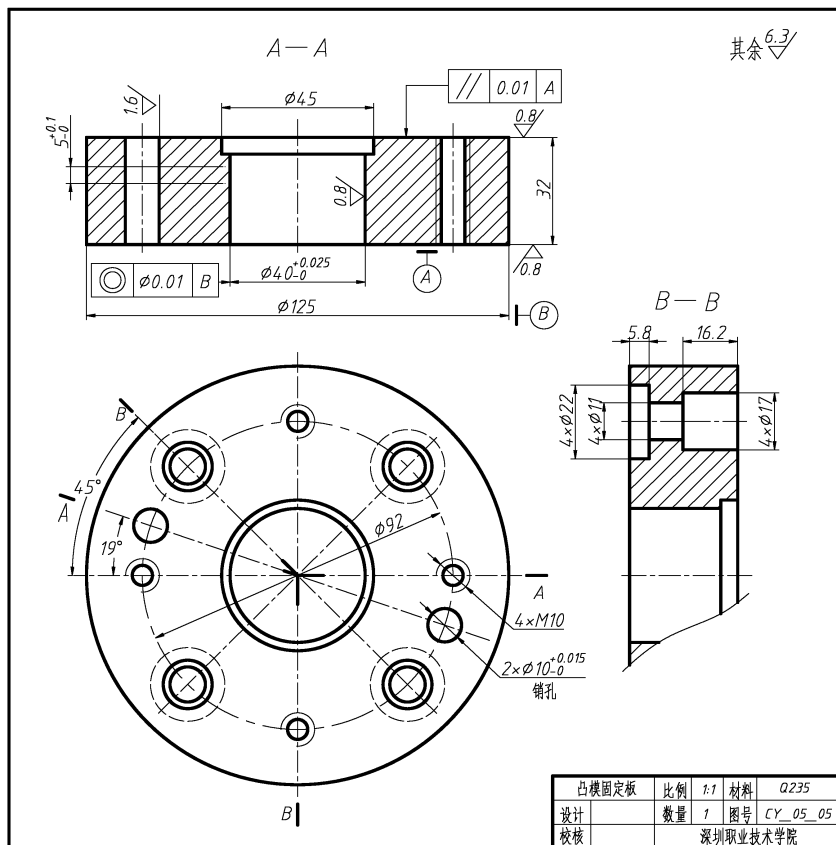
- 1.凸、凹模工作部分间隙不均匀度小于0.1mm。
- 2.模架为中间导柱滑动导向的圆形标准铸铁模座。
- 3.模架闭合高度202mm。
- 4.压力机型号 J23-25。

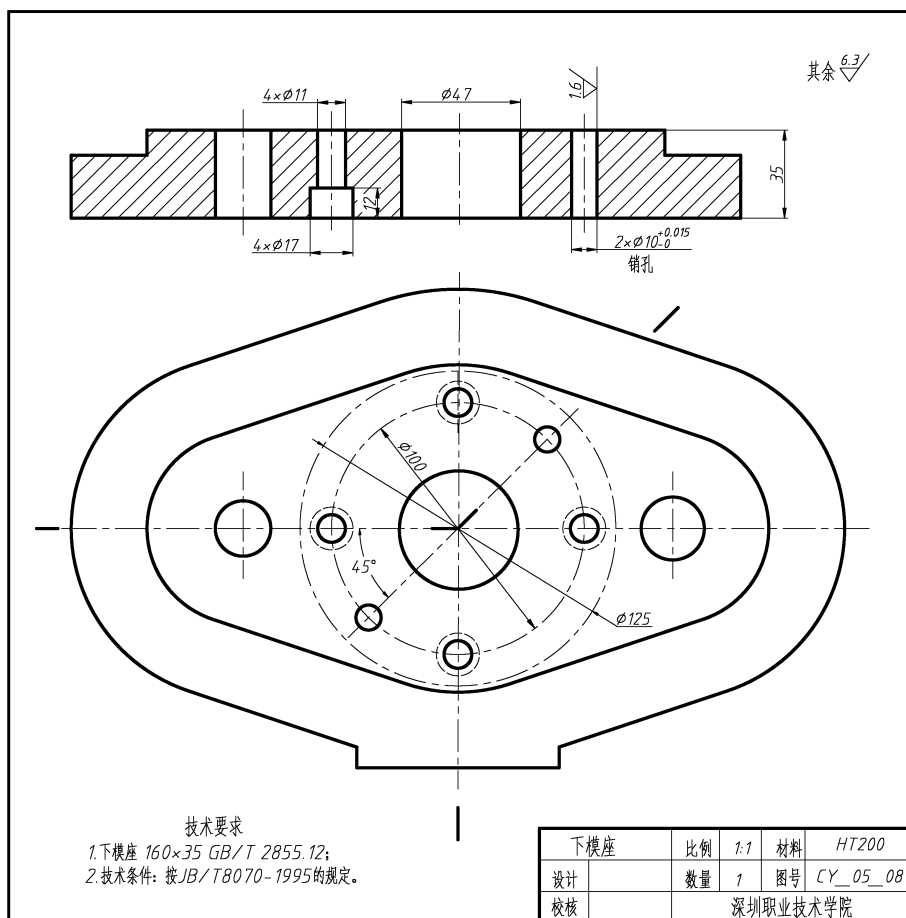
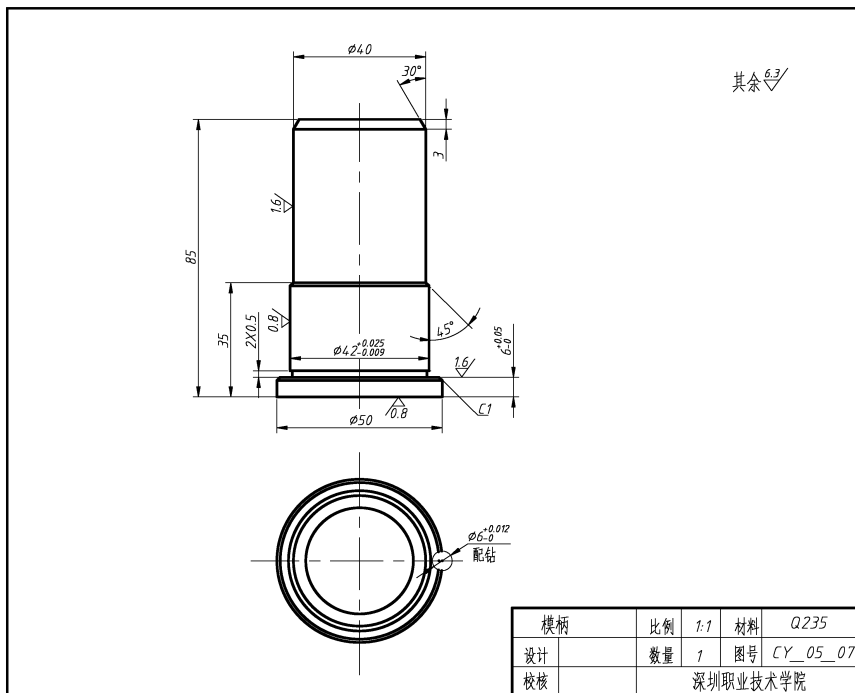


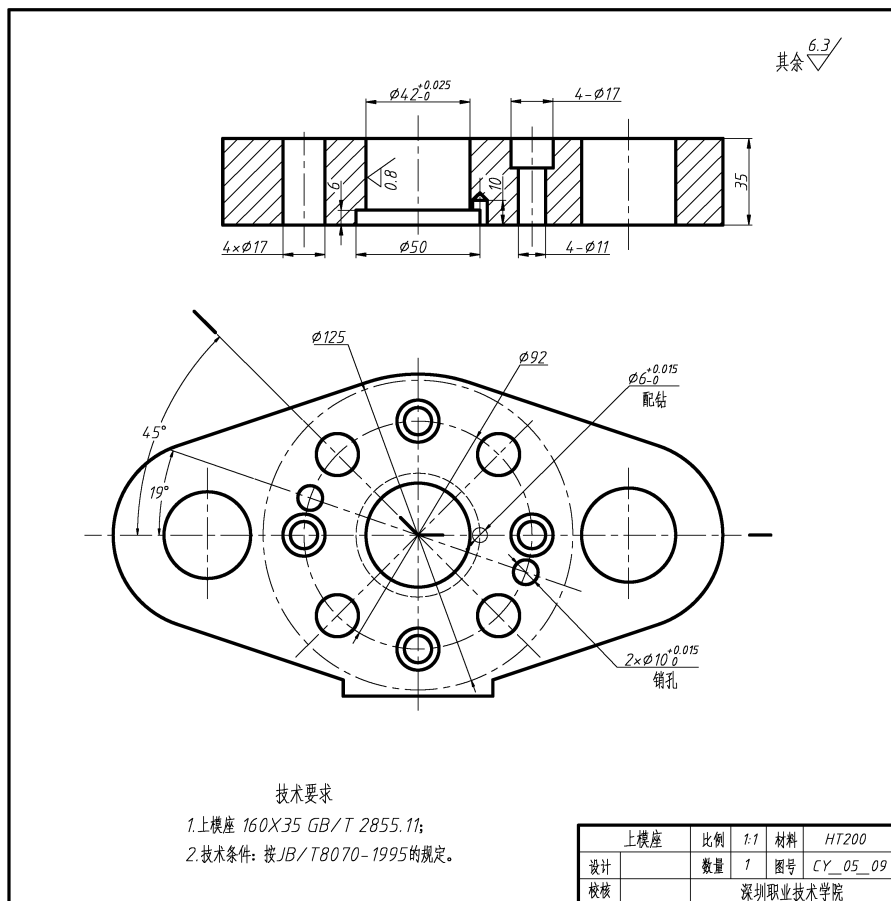
22	弹簧	8		蓝色	Φ22X90
21	圆柱销钉	1	45#	GB/T119.2-2000	6X10
20	圆柱销钉	2	45#	GB/T119.2-2000	6X20
19	圆柱销钉	2	45#	GB/T119.2-2000	10X50
18	圆柱销钉	2	45#	GB/T119.2-2000	10X60
17	脚踏螺钉	4	45#	JB/T7650.6-1994	M10X100
16	沉头螺钉	4	45#	GB/T68-2000	M6X15
15	内六角螺钉	4	45#	GB/T70.1-2000	M10X35
14	内六角螺钉	4	45#	GB/T70.1-2000	M10X60
13	导套	1	20#	GB/T2861.6-1990	A22XHLX85X33
12	导套	1	20#	GB/T2861.6-1990	A25XHLX85X33
11	导柱	1	20#	GB/T2861.2-1990	B22Xh5X190
10	导柱	1	20#	GB/T2861.2-1990	B25Xh5X190
9	上模座	1	HT200	GB/T2855.11-1990	125X35
8	下模座	1	HT200	GB/T2855.11-1990	125X35
7	模柄	1	Q235	JB/T7646.1-1994	A40X85
6	凸模垫板	1	45#	JB/T7643.6-1994	125X8
5	凸模固定板	1	Q235	JB/T7643.5-1994	125X32
4	压边圈	1	45#		43°40HRC
3	定位板	2	45#		45°40HRC
2	凸模	1	Cr12MoV		56°60HRC
1	凹模	1	Cr12MoV		60°64HRC
序号	名称	数量	材料	标准	备注
圆筒拉深模					
设计	数量	1	图号	CY 05 00	
校核	深圳职业技术学院				











5.5 总结与回顾

本项目介绍了无凸缘圆筒形件首次拉深模的基本设计方法,介绍了毛坯尺寸的计算方法、拉深力与压边力的计算方法、拉深工序件尺寸的计算方法。通过实例介绍了拉深模的总体结构设计方法、压边装置设计方法、凸、凹模设计方法。通过本项目的学习,应该能够对制件进行拉深工艺分析、计算拉深次数及工序尺寸,设计出结构合理的拉深模具。



5.6 拓展知识

5.6.1 拉深的主要质量问题及防止措施

拉深件的主要质量问题有凸缘的起皱、筒底拉裂等。如图 5-14 所示。

1. 起皱

在拉深时,凸缘部分材料直径方向伸长,圆周方向压缩,当圆周方向压力达到一定值时,凸缘部分材料便失去稳定而产生弯曲。这种在凸缘的整个周围产生波浪形的连续弯曲,称为起皱,如图 5-14 (a) 所示。



拉深件起皱后, 制件口凸缘部分产生波纹, 不仅会使拉深件质量降低, 而且会导致拉深力急剧增大, 使拉深件过早破裂; 有时甚至会损坏模具和设备。

(1) 影响起皱的主要因素

① 坯料的相对厚度 t/D 。板料在平面方向受压时, 其厚度越薄越容易起皱; 反之不容易起皱。

② 拉深系数 m 。工件直径 d 与板料外径 D 比值 m 称为拉深系数。 m 越小, 拉深变形程度越大, 变形区圆周方向压应力相应增大, 坯料的起皱趋势也越大。

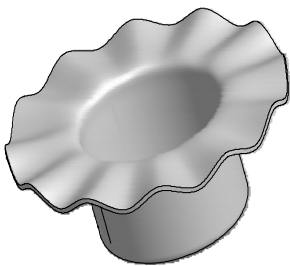
(2) 防起皱措施

通常的防起皱措施是增加压边装置, 使板料可能起皱的部分被夹在凹模平面与压边圈之间, 让板料在两平面之间顺利通过。

2. 拉裂

在拉深过程中, 凸缘部分材料逐渐转移到筒壁。在筒底圆角部分与筒壁部分的交界处, 由于该处的材料转移较少, 其变薄相对最为严重, 成为整个拉深件最薄弱的地方, 通常称此断面为“危险断面”。如此处的拉应力超过材料的强度极限, 则拉深件将在此处拉裂。如图 5-14 (b) 所示。

防止拉裂的主要措施是适当加大模具圆角半径, 采用适当的拉深系数和压边力, 采用多次拉深和在凹模与压边圈之间涂润滑剂。



(a) 起皱



(b) 拉裂

图 5-14 拉深件凸缘的起皱、筒底拉裂

5.6.2 有压边装置的倒装拉深模结构

图 5-15 所示为压边圈装在下模部分的倒装拉深模。由于弹性元件装在下模座下面, 因此空间较大, 允许弹性元件有较大的压缩行程, 可以拉深深度较大一些的拉深件。

在拉深时, 锥形压边圈 6 先将毛坯压成锥形, 使毛坯的外径已经产生一定量的收缩, 然后再将其拉成筒形件。采用这种结构, 有利于拉深变形, 可以降低极限拉深系数。

图 5-16 所示为有压边装置的以后各次拉深模。拉深前, 毛坯套在压边圈 4 上, 压边圈 4 的形状必须与上一次拉出的半成品相适应。拉深后, 压边圈将冲压件从凸模 3 上托出, 推件板 1 将冲压件从凹模中推出。

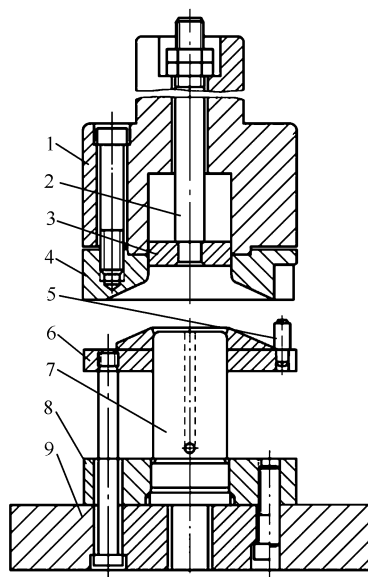


图 5-15 有压边装置倒装拉深模

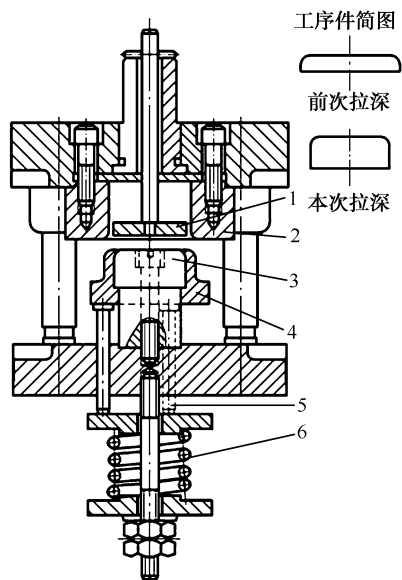


图 5-16 有压边装置的倒装式以后各次拉深模

1—上模座；2—推杆；3—推件板；4—锥形凹模；5—限位柱；
6—锥形压边圈；7—拉深凸模；8—固定板；9—下模座

1—推件板；2—拉深凹模；3—拉深凸模；
4—压边圈；5—顶杆；6—弹簧



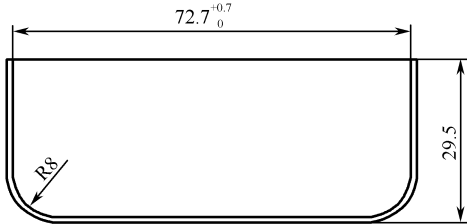
5.7 复习思考题

1. 如何从模具结构设计上控制起皱和拉裂？
2. 拉深模与冲裁模结构上有何异同？



5.8 技能训练

深圳职业技术学院
shenzhen polytechnic
实训(验)项目单
Training Item

编制部门 Dept.: 模具设计制造实训室			编制 Name: 匡和碧			编制日期 Date: 2008 / 12		
项目编号 Item No.	CY05	项目名称 Item	无凸缘园筒形钢杯 拉深模设计	训练对象 Class	三年制	学时 Time	7	
课程名称 Course	冲压模具设计		教材 Textbook	冲压模具设计				
目 的 Objective								
实训（验）内容（Content）								
无凸缘园筒形钢杯拉深模设计								
1. 图样及技术要求	<div>零件名称：无凸缘园筒形钢杯</div> <div>材料：10 钢</div> <div>材料厚度：1.0mm</div> <div>生产批量：大批量</div> <div>零件简图：如图 CY_LX_05 所示</div> <div></div> <div>图 CY_LX_05</div>							
2. 生产工作要求	大批量，无起皱，无裂纹。							
3. 任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~8 张（采用 AutoCAD）							
4. 完成任务的思路	为了使本项目顺利完成，应按照“无凸缘圆筒形钢杯拉深模设计工作引导文”的提示进行模具设计工作，在设计过程中掌握相关的知识技能							

模块二 应用篇 复合模设计

项目六 复合模设计

项目名称：链板冲孔落料复合模设计



学习目标

1. 能够对冲孔落料复合冲裁工艺性进行分析计算
2. 能够设计凸凹模
3. 能够设计倒装式冲孔落料复合模的总体结构
4. 能够设计刚性推件装置



技能（知识）点

1. 冲孔落料件的结构工艺设计
2. 凸凹模设计规范
3. 倒装式冲孔落料复合模的结构设计
4. 刚性推件装置设计



6.1 引导案例

图 6-1 所示的是手机金属装饰面板，外形与内孔相对尺寸精度要求较高。如果采用单工序落料模与单工序冲孔模两套模具生产，不仅生产效率低，而且外形与内孔的相对位置精度也难以保证。



图 6-1 手机金属装饰面板

当冲裁件的内孔与外缘的相对位置精度要求较高时，一般采用复合冲裁生产，即冲孔、落料一次成形。



图 6-2 是倒装式复合冲裁模结构示意图。在上模的同一位置布置有冲孔凸模和落料凹模两个零件，在下模有一个既是冲孔凹模又是落料凸模的凸凹模零件（结构如图 6-3 所示）。

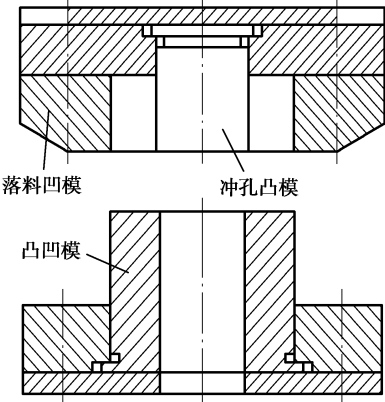


图 6-2 倒装式复合模结构示意图

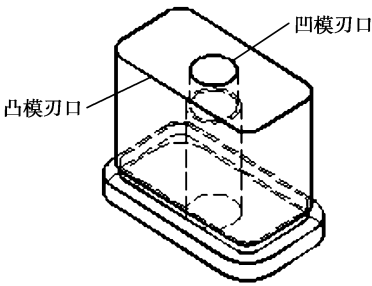


图 6-3 凸凹模结构示意图

当压力机滑块带动上模向下运动至合模位置时，冲孔与落料两个工序在同一位置同时完成，避免了采用单工序冲裁模所带来的二次定位误差，保证了冲裁件的内孔与外缘的相对位置精度达到较高要求。



6.2 任务分析

如表 6-1 所示，本项目是设计一套冲孔落料复合模，要求编写计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~10 张（采用 AutoCAD 绘制）。

表 6-1 链板冲孔落料复合模设计工作任务书

班级： 姓名： 学号：

名称	图样及技术要求
工作对象 (如零件)	<div>零件名称：链板</div> <div>零件尺寸图：如图 CY_06 所示</div> <div>生产批量：中批量</div> <div>材 料：10 钢</div> <div>材料厚度：2mm</div> <div></div> <div>图 CY_06</div>
生产工作要求	手工送料，中批量，毛刺不大于 0.12mm
任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~10 张（采用 AutoCAD）。
完成任务的思路	为了能使本项目顺利完成，应参照表 6-3 “链板冲孔落料复合模设计工作引导文”的提示进行模具设计工作，在设计过程中掌握相关的知识技能



6.3 相关知识

6.3.1 倒装式冲孔落料复合模的结构设计规范

图 6-4 是倒装式复合冲裁模的典型结构。模具中的凸凹模 3 的外轮廓起落料凸模的作用，



而内孔起冲孔凹模的作用，它和固定板 4 一起装在下模座上。落料凹模 1 和冲孔凸模 2 则装在上模部分。

工作时，条料由活动挡料销 24 和导料销 23 定位。冲裁完毕后，由于弹性回复使工件卡在凹模 1 内，为了使冲压生产继续进行，使用由打杆 25、推件块 8 组成的刚性推件装置将工件推下，冲孔废料则从凸凹模内孔推出，条料废料则由弹压卸料板 7 卸下。

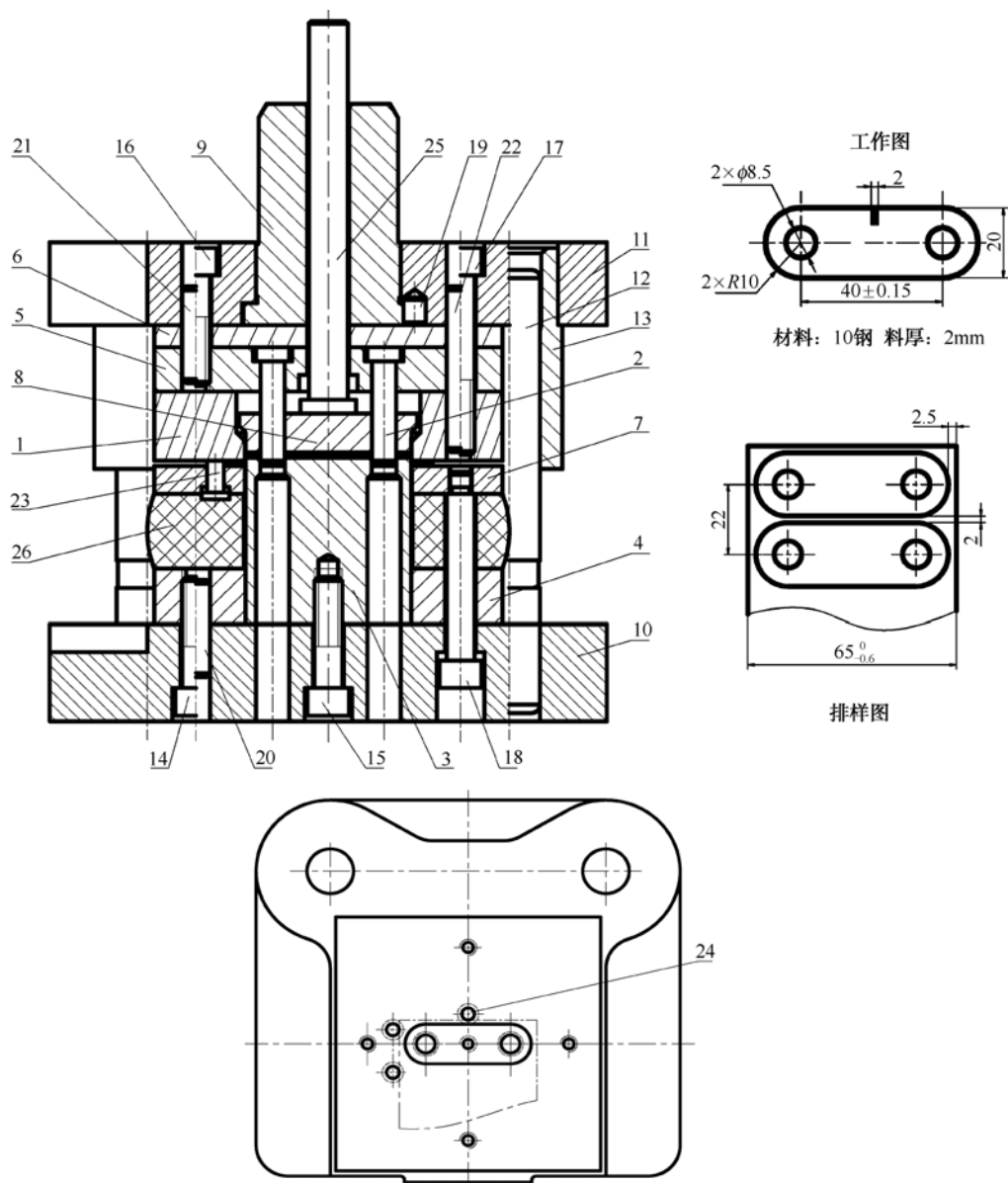


图 6-4 倒装式复合冲裁模的典型结构

- 1—落料凹模；2—冲孔凸模；3—凸凹模；4—凸凹模固定板；5—凸模固定板；6—凸模垫板；7—卸料板；
8—推件块；9—模柄；10—下模座；11—上模座；12—导柱；13—导套；14、15、16、17—螺钉；
18—卸料螺钉；19、20、21、22—销钉；23—导料销；24—挡料销；25—打杆；26—弹力胶

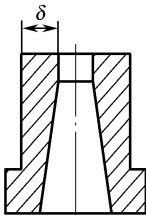


6.3.2 凸凹模设计规范

凸凹模是复合模中同时具有落料凸模和冲孔凹模作用的工作零件。它的内外缘均为刃口，内外缘之间的壁厚取决于冲裁件相应部位的尺寸。设计复合模时必须要充分保证凸凹模有足够的强度，防止壁部太薄而在冲压时开裂。

复合模最小壁厚应大于表 6-2 中的规定值，小于此数值时一般不宜采用复合模冲裁。

表 6-2 倒装复合模的凸凹模最小壁厚 δ (mm)

简图												
	材料厚度 t	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5
	最小壁厚 δ	1.4	1.8	2.3	2.7	3.2	3.6	4.0	4.4	4.9	5.2	5.8
	材料厚度 t	2.8	3.0	3.2	3.5	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0
	最小壁厚 δ	6.4	6.7	7.1	7.6	8.1	8.5	8.8	9.1	9.4	9.7	10

6.3.3 刚性推件装置设计规范

1. 刚性推件装置工作原理

对于小型倒装式复合模，通常由刚性推件装置将卡在凹模中的工件推出。

如图 6-5 (a) 所示，压力机滑块中间有一横孔，孔中放置有一横梁。在压力机滑块两侧的床身上有两个高度可调的限位挡块。

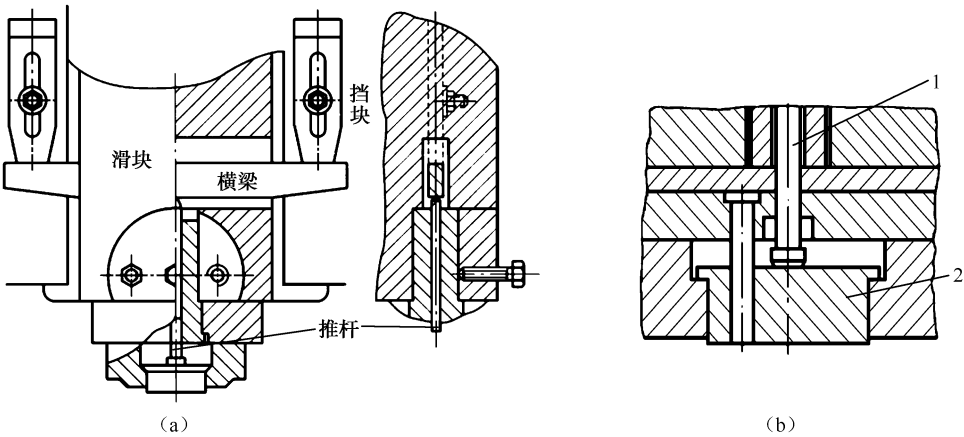


图 6-5 刚性推件装置结构

1—推杆（打杆）；2—推件块



压力机滑块位于最低位置时，冲裁结束，这时横梁被推杆（打杆）顶起。滑块回程时，滑块带动推杆、横梁、凹模等向上运动。横梁碰到限位挡块时，横梁停止向上运动，横梁迫使推杆也停止运动。随着滑块等继续向上运动，推杆就推动推件块将工件从凹模中推出，如图 6-5（b）所示。

2. 推件块设计规范

（1）结构形式

推件块是直接和制件接触的零件，截面形状一般与制件相同，但是设计时需要注意防止其从凹模内脱出，所以一般其结构都是带挂台的凸缘式，如图 6-6 所示。

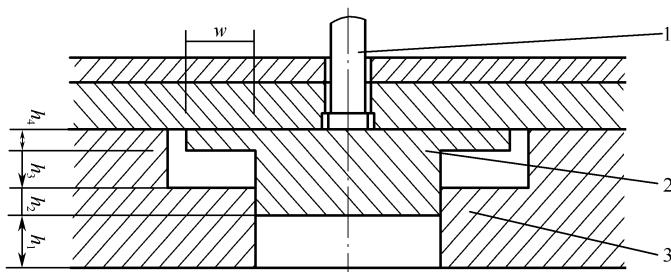


图 6-6 推件块结构

1—推杆；2—卸料块；3—凹模

（2）配合尺寸与公差要求

- ① 凹模直壁段内要能存留有 3~4 片制件的安全高度空间（即 $h_1=3\sim 4t$ ），以防出件失灵时，能有足够的时间停机。
- ② 推件块在工作行程内不能脱离凹模的直壁段，应有至少 4mm 的配合段（即 $h_2=4\text{mm}$ ）。
- ③ 推件块在下极点位置时要保证能伸出凹模面 0.5mm 左右，这种设计可以使推出的制件与凹模彻底脱离，同时，为修磨方便，应保证 h_3 至少大于 5.0mm，即 $h_3=h_1+0.5\text{mm}>5\text{mm}$ 。
- ④ 推件块的凸缘高度可取 2mm（ $h_4=2\text{mm}$ ），凸缘宽度可取 5mm（即 $w=5\text{mm}$ ）。
- ⑤ 推件块与凹模、凸模的配合间隙查附录 D2 确定。

3. 推杆设计规范

推杆（又称打杆），已标准化，分为 A、B 两种型号，结构如图 6-7 所示。

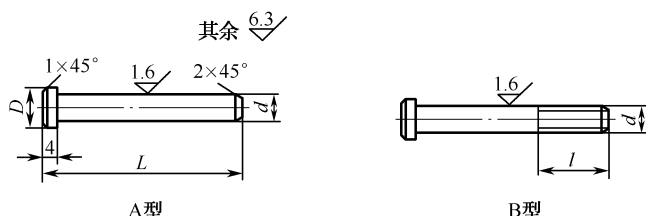


图 6-7 推杆

推杆的设计关键在于确定其长度。设计时既要考虑其能被压力机滑块中的横梁撞击到，又不能过长而影响打板的行程。



设计时一般选取打杆超出模柄 30mm 左右即可，打杆直径比模柄孔径小 0.5~1mm。根据其直径与长度查附录 J2 选取标准件。

6.3.4 弹性挡料装置设计规范

1. 弹簧弹顶挡料销

弹簧弹顶挡料销一般安装在弹压卸料板上，如图 6-8 所示。

弹簧弹顶挡料销端部应高出卸料板 2~4mm，与卸料板采用 H8/d9 配合，如图 6-8（a）所示。当卸料板厚度较大时，可采用图 6-8（b）所示结构，在卸料板上开凹坑。

弹簧弹顶挡料销的尺寸及所配的弹簧见附录 H5。

2. 活动挡料销

活动挡料销一般安装在采用橡胶弹簧的弹压卸料板上，如图 6-9 所示。活动挡料销与卸料板采用 H8/d9 配合。活动挡料销的尺寸见附录 H6。

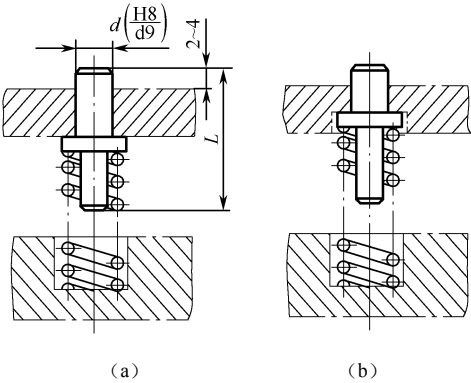


图 6-8 弹簧弹顶挡料销

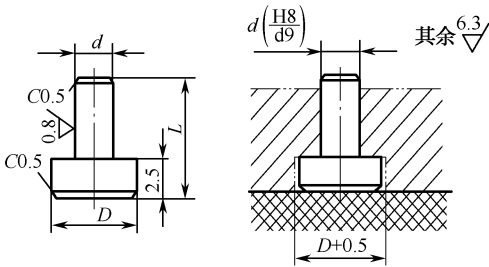


图 6-9 活动挡料销



6.4 任务实施（步骤、方法、内容）

6.4.1 链板冲孔落料复合模设计工作引导文

表 6-3 链板冲孔落料复合模设计工作引导文

步骤	方法	内容	效果	时间 (min)
1	学习教材 6.1 节、6.2 节，听教师讲解设计任务及要求	冲孔落料复合模设计工作任务及要求	明确冲孔落料复合模设计工作任务的内容，要求	10
2	参考项目一、项目二及 6.3.2	对链板零件进行冲压工艺分析	判断链板零件复合冲裁工艺的合理性	10
3	学习教材 6.3.1 节	模具总体结构初步设计	确定模具总体结构，绘制模具总体结构草图	40



续表

步骤	方法	内容	效果	时间 (min)
4	参考项目一、项目二	冲压力计算	计算链板冲孔落料工艺的总冲压力	20
5	参考项目一	压力机型号参数选择	初选冲压设备	10
6	参考项目一、项目二	凸、凹模刃口尺寸计算	计算凸、凹模刃口尺寸	30
7	参考项目一	落料凹模初步设计	确定凹模刃口型式、结构尺寸，固定方式	15
9	参考项目二	冲孔凸模设计	确定凸模结构型式、结构尺寸	15
10	参考项目二	凸模固定板、凸模垫设计	确定凸模固定板、凸模垫板结构型式、尺寸	15
11	学习教材 6.3.2 节	凸凹设计	确定凸凹模结构、轮廓尺寸	15
12	参考项目二	凸凹模固定板设计	确定凸凹模固定板的轮廓尺寸	10
13	参考项目二	卸料、出件方式的选择 与零部件设计	确定弹性卸料板结构，优力胶参数， 卸料螺钉型号参数，推件块打杆结构	25
	参考项目一、6.3.4 节	导料销、挡料销设计。	确定导料销、挡料销型号参数	10
14	参考项目一	标准模架的选用	确定上模座、下模座、导套、导柱的 型号、参数	15
15	参考项目一	模柄设计	确定压入式标准模柄参数	10
16	参考项目一	螺钉、销钉选择	螺钉、销钉参数，数量	20
17	参考项目一	计算模具闭合高度	校核压力机闭合高度与模具闭合高度 是否相适应，否则重选压力机	10
18	参考项目一、二	零件详细设计	模具零件图绘制	90
19	参考项目一、二	模具装配图绘制	模具装配图绘制	40
20		计算说明书整理及图纸 整理、归档	计算说明书一份，零件图 7~10 张，装 配图 1 张	20
合计				420

6.4.2 链板冲孔落料复合模设计实例

1. 冲压工艺分析及工艺方案的确定

(1) 零件的冲裁工艺性分析

- ① 结构形式、尺寸大小。材料厚度=2mm<3.2mm，属薄板冲裁；零件结构简单，内外形符合冲裁件外形设计规范；零件最大尺寸为 60mm，属小型冲件。
- ② 尺寸精度、粗糙度、位置精度。零件上尺寸 $R10$ 、 $\phi 8.5$ 、20 未注公差，属自由尺寸，按 IT14 级确定公差，经查公差表，尺寸公差为 $R10_{-0.36}^0$ 、 $\phi 8.5_{-0.36}^{+0.36}$ 、 $20_{-0.52}^0$ 。零件图中未标注粗糙度、位置精度。
- ③ 冲裁件材料性能。零件材料为 10 钢，抗剪强度 $\tau = 255 \sim 340 \text{ MPa}$ ，具有良好的冲压性能，满足冲压工艺要求。



④ 冲压加工的经济性分析年产量：该产品属于中批量生产，采用冲裁模进行冲压生产，不但能保证产品的质量，满足生产率要求，还能降低生产成本。

(2) 冲压工艺方案的确定

零件包括冲孔、落料两道冲压工序，可采用以下几个方案：

方案一（单工序模）：分两道工序做，先落料，后冲孔。采用单工序模具生产。

方案二（复合模）：将冲孔、落料两道冲压工序在一副模具一次完成，进行落料—冲孔复合冲压，采用落料冲孔复合模具来生产。

方案三（连续模）：将冲孔、落料两道冲压工序在一副模具依次完成，进行冲孔—落料连续冲压，采用连续模具来生产。

方案一模具结构简单，但需两道工序、两副模具，生产率较低，精度低，难以满足该零件的年产量及精度要求。方案二只需要一副模具，冲压件形位精度和尺寸精度容易保证，且生产率也高。方案三也是只需要一副模具，生产率也很高，适合生产精度要求不高的工件。

通过对上述三种方案的分析比较，结合工件尺寸（需满足凸凹壁厚要求，查表 6-2 得复合模要求最小壁厚为 4.9mm，本例为 5.9mm）及冲压件形位精度和尺寸精度要求，该件的冲压生产以方案二为佳。

2. 模具结构形式

(1) 模具类型的选择

复合模有两种结构形式：正装式（落料凹模在下模）和倒装式（落料凹模在上模）复合模，在工件平直度要求不高，工件材料较硬时，应优先采用倒装式复合模。

(2) 定位方式的选择

因为该模具采用的是条料，采用手动送料方式，从前面送料。控制条料的送进方向采用活动导料销定位装置。控制条料的送进步距采用活动挡料销定距。如果采用固定导料销，在凹模上要钻出让位孔，这样会降低凹模的强度，故都采用活动的导料销。

(3) 卸料、出件方式的选择

复合模冲裁时，条料将卡在凸凹模外缘，因此需要装卸料装置。根据倒装式复合模具冲裁的运动特点，该模具采用弹性卸料方式比较方便。但下模的弹性卸料装置有两种形式：一种是将弹性元件装在卸料板与凸凹模固定板之间，另一种是将弹性元件装在下模座下面。由于工件的条料卸料力不大，故采用前一种结构。

(4) 导向方式的选择

由于前面和左、右不受限制，送料和操作比较方便，为了提高模具的寿命和工件质量，方便安装、调整、维修模具，该复合模采用后侧导柱模架。为了提高模具的导向精度，选用滑动导柱、导套导向。

以上只作粗略的选择，待工艺计算后，在模具装配图设计时，边修改边作具体的、最后的确定。

(5) 模具结构简图绘制

模具结构简图如图 6-4 所示。



3. 冲压工艺计算

(1) 排样设计

根据零件形状采用单直排的排样方式，零件可能的排样方式如图 6-10 所示。

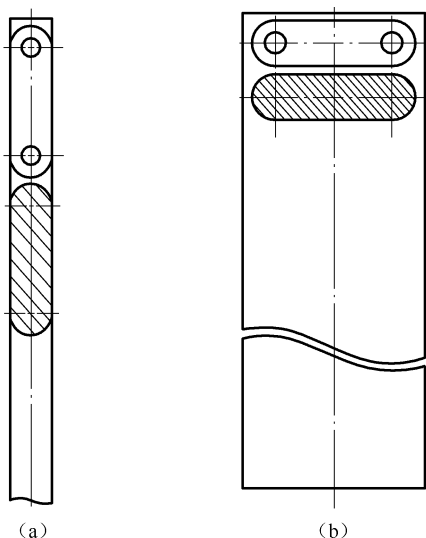


图 6-10 排样方式

比较方式 (a) 和方式 (b), 方式 (a) 是少废料排样, 显然材料利用率高, 但因条料本身的剪板误差及条料的定位误差影响, 工件精度不易保证, 且模具寿命低, 操作不便, 排样不适合复合模, 所以选择方式 (b)。

查表 1-5 得零件之间的搭边值 $a_1 = 1.5\text{mm}$ ，零件与条料侧边之间的搭边值 $a = 1.8\text{mm}$ ；查表 1-6 得条料宽度的单向偏差 $\Delta = 0.6$ ；查表 1-7 得条料与导料板之间的间隙值 $C = 0.8\text{mm}$ ，则条料宽度 $B = (D_{\max} + 2a + C)_{-\Delta}^0 = (60 + 2 \times 1.8 + 0.8)_{-0.6}^0 \text{ mm} \approx 65.0_{-0.6}^0 \text{ mm}$

步距 $S = D + a_1 = 20.0 + 1.8 \approx 22.0\text{mm}$ 。

一个步距内的材料利用率为

$$\eta = \frac{A}{S \times B} \times 100\% \approx \frac{1000.7}{1430} \times 100\% \approx 70\%$$

根据材料条料宽及步距，绘制排样图如图 6-11 所示。

(2) 冲压力及压力中心计算

此例中零件的落料周长为 142.8mm，冲孔周长为 53.4mm，材料厚度 2mm，10 钢的抗剪强度取 260MPa，则：

落料力 $F_1 = 1.3 \times 142.8 \times 2 \times 260 = 96532.8 \text{ N}$, $2 \text{ N} \approx 96.5 \text{ kN}$

冲孔力 $F_s = 1.3 \times 53.4 \times 2 \times 260 = 36098.4 \text{ N} \approx 36.1 \text{ kN}$

卸料力: $F_x = K_x F_1 = 0.045 \times 96.5 \text{ kN} \approx 4.3 \text{ kN}$

推件力: $F_T = nK_T F_2 = \frac{6}{2} \times 0.055 \times 36.1 \text{ N} \approx 5.96 \text{ kN}$ (假设冲孔凹模

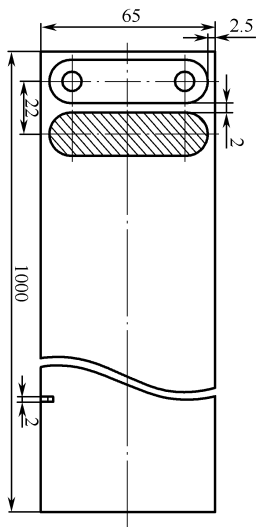


图 6-11 排样图

刃壁高 6mm)



计算零件所需总冲压力:

$$F_{\text{总}} = F_1 + F_2 + F_x + F_T = (96.5 + 36.1 + 4.3 + 5.96) \text{ kN} \\ = 142.86 \text{ kN}$$

压力中心计算: 零件为对称件, 所以压力中心就是冲裁件的几何中心。

(3) 压力机初选

根据压力机的公称压力必须大于或等于总冲压力, 初步选用 J23—25 开式压力机, 压力机参数为:

公称压力: 250kN;

滑块行程: 65mm;

最大闭合高度: 270mm;

连杆调节量: 55mm;

工作台尺寸 (前后×左右): 370mm×560mm。

工作台孔尺寸: 200mm×290mm

模柄尺寸 (直径×深度): $\phi 40\text{mm} \times 60\text{mm}$

4. 凸、凹模刃口尺寸计算

该零件属于一般冲孔、落料件, 根据零件形状特点, 冲裁模的凸、凹模采用分开加工方法制造。尺寸 20mm、R10mm 由落料获得, 尺寸 $2 \times \phi 8.5\text{mm}$ 和 $40 \pm 0.15\text{mm}$ 由冲孔同时获得。

查表 1-9 得凸、凹模最小间隙 $Z_{\min} = 0.246\text{mm}$, 最大间隙 $Z_{\max} = 0.36\text{mm}$, 所以 $Z_{\max} - Z_{\min} = 0.36 - 0.246 = 0.114\text{mm}$ 。

根据前面的工艺分析, 零件未注公差均按 IT14 级处理。磨损系数 x 取 0.5。

凸、凹模按 IT8 制造, 查附录 D1 可知, 冲孔尺寸 $\phi 8.5_0^{+0.36}\text{mm}$ 的凸、凹模制造公差 $\delta_T = \delta_A = 0.022\text{mm}$; 落料尺寸 $20_{-0.52}^0\text{mm}$ 的凸、凹模制造公差 $\delta_T = \delta_A = 0.033\text{mm}$; 落料尺寸 $R10_{-0.36}^0\text{mm}$ 的凸、凹模制造公差 $\delta_T = \delta_A = 0.022\text{mm}$;

由式 (2-3) 得冲孔凸模刃口尺寸:

$$d_p = (d_{\min} + x\Delta)_{-\delta_p}^0 = (8.5 + 0.5 \times 0.36)_{-0.022}^0 = 8.68_{-0.022}^0 \text{ (mm)}$$

由式 (2-4) 得冲孔凹模刃口尺寸:

$$d_d = (d_{\min} + x\Delta + Z_{\min})_0^{+\delta_d} = (8.5 + 0.5 \times 0.36 + 0.246)_0^{+0.022} = 8.93_0^{+0.022} \text{ (mm)}$$

校核不等式 $\delta_T + \delta_A \leq Z_{\max} - Z_{\min}$, 代入数据得 $0.022 + 0.022 = 0.044 < 0.114$ 。说明所取的 δ_T 与 δ_A 合适, 考虑零件要求和模具制造情况, 可适当放大制造公差为:

$$\delta_T = 0.4 \times 0.114\text{mm} = 0.046\text{mm}, \quad \delta_A = 0.6 \times 0.114\text{mm} = 0.068\text{mm}。$$

故冲孔凸模和凹模最终刃口尺寸公差为: $d_p = 8.68_{-0.046}^0\text{mm}$, $d_d = 8.93_0^{+0.068}\text{mm}$

由式 (2-5) 得冲孔凸模刃口中心距尺寸: $L_d' = L \pm \Delta/8 = 40 \pm 0.038\text{mm}$

对于落料尺寸 $20_{-0.52}^0\text{mm}$, 由式 (1-12)、式 (1-13) 得:

$$L_d = (D_{\max} - x\Delta)_0^{+\delta_d} = (20 - 0.5 \times 0.52)_0^{+0.033} = 19.74_0^{+0.033}\text{mm}$$

$$L_p = (D_{\max} - x\Delta - Z_{\min})_{-\delta_p}^0 = (20 - 0.5 \times 0.52 - 0.246)_{-0.033}^0 = 19.49_{-0.033}^0\text{mm}$$

校核不等式 $\delta_T + \delta_A \leq Z_{\max} - Z_{\min}$, 代入数据得 $0.033 + 0.033 = 0.066 < 0.114$ 。说明所取的 δ_T 与 δ_A 合适, 考虑零件要求和模具制造情况, 可适当放大制造公差为:



$$\delta_T = 0.4 \times 0.114 \text{mm} = 0.046 \text{mm}, \quad \delta_A = 0.6 \times 0.114 \text{mm} = 0.068 \text{mm}。$$

故落料凸模和凹模最终刃口尺寸公差为: $L_d = 19.74_0^{+0.0680} \text{mm}$, $L_p = 19.49_{-0.046}^0 \text{mm}$

对于落料尺寸 $R10_{-0.36}^0$, 属于半边磨损尺寸。由于是圆弧曲线, 应该与落料尺寸 20mm 相切, 所以其凸、凹模刃口尺寸取为:

$$R_d = \frac{1}{2} \times 19.74_0^{+0.068/2} = 9.87_0^{+0.034} = 9.87_0^{+0.034} \text{mm}$$

$$R_p = \frac{1}{2} \times 19.49_{-0.046/2}^0 = 9.75_{-0.023}^0 \text{mm}$$

5. 主要零部件的初步设计

(1) 落料凹模结构尺寸

根据式(1-18)计算凹模高度: $H = K_1 K_2 \sqrt[3]{0.1F} = 1.12 \times 1 \times \sqrt[3]{0.1 \times (96500 + 36100)} \approx 26.5 \text{mm}$, 查表 1-14 得凹模壁厚: $C = 32 \sim 42 \text{mm}$ 。根据项目一介绍的方法, 可确定落料凹模结构尺寸为 $125 \text{mm} \times 125 \times 25 \text{mm}$ 。

(2) 标准模座初步设计

根据凹模周界尺寸, 可确定模座 $L \times B$ 为 $125 \text{mm} \times 125 \text{mm}$; 模具采用滑导向后侧导柱标准铸铁模架, 查附录 M1, 初定下模座尺寸号为 $125 \text{mm} \times 125 \text{mm} \times 35 \text{mm}$, 上模座尺寸为 $125 \text{mm} \times 125 \times 30 \text{mm}$ 。

(3) 凸模固定板

厚度取为 16mm, 平面尺寸与凹模外形尺寸相同, 查附录 F1 可确定凸模固定板的结构尺寸为 $125 \text{mm} \times 125 \text{mm} \times 16 \text{mm}$ 。

(4) 凸模垫板

厚度取 8mm, 平面尺寸与凹模外形尺寸相同, 查附录 F1 可确定凸模垫板的结构尺寸为 $125 \text{mm} \times 125 \text{mm} \times 8 \text{mm}$ 。

(5) 凸凹模固定板

厚度取 20mm, 平面尺寸与凹模外形尺寸相同, 查附录 F1 可确定凸凹模固定板的结构尺寸为 $125 \text{mm} \times 125 \text{mm} \times 20 \text{mm}$ 。

(6) 弹压卸料装置

① 卸料板。查表 2-11 确定卸料板的厚度为 10mm, 卸料板结构尺寸为 $125 \text{mm} \times 125 \text{mm} \times 10 \text{mm}$ 。

② 橡胶。根据模板形状及安装活动挡料销与导料销的需要, 选用矩形优力胶作弹性元件, 优力胶轮廓尺寸与凹模板一致。

卸料板工作行程: $H_{\text{工作}} = t + 1 = 2 + 1 = 3 \text{mm}$

根据式(4-7)可确定优力胶自由高度 H_0 :

$$H_0 = \frac{H_{\text{工作}}}{0.25} + h_{\text{修磨}} = \frac{3}{0.25} + 6 \sim 12 = 18 \sim 24 \text{mm}, \quad \text{适当放大取整为 } 30 \text{mm}。$$

根据式(4-9)可确定优力胶安装高度:

$$H_{\text{安装高度}} = H_0 - \Delta H_0 = 30 - 0.10 \times 30 = 27 \text{mm}$$



③ 卸料螺钉。根据卸料板周界尺寸选择 M10 的卸料螺钉, 如图 6-12 所示, 下模座开孔深度为 25mm, 由各模板的相对位置关系可得:

卸料螺钉长度 $=3+10+20+27=60\text{mm}$ 。

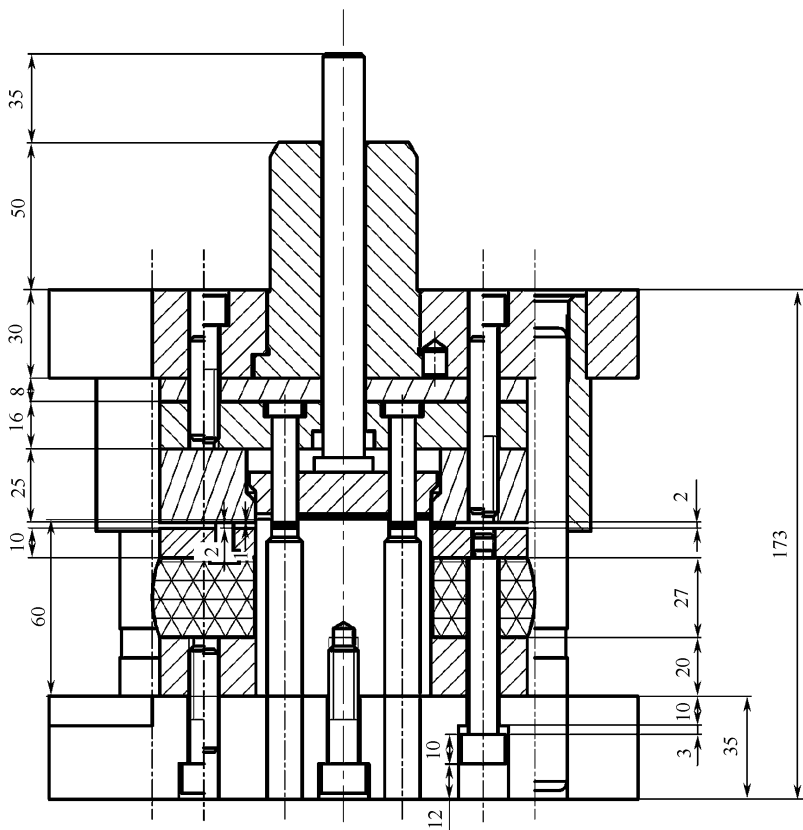


图 6-12 各模板尺寸关系图

(7) 凸凹模

如图 6-12 所示, 由各模板的相对位置关系可得:

凸凹模高度 $=20+27+10+2+1=60\text{mm}$ 。

(8) 冲孔凸模

如图 6-12 所示, 由各模板的相对位置关系可得: 冲孔凸模长度 $=16+25=41\text{mm}$ 。

(9) 模具闭合高度及合模高度计算

据图 6-12 可确定合模高度为: $H=30+8+16+25+2+10+27+20+35=173\text{mm}$ 。

因为压力机最大闭合高度为 270mm, 连杆调节量为 55mm, 因此所选压力机满足模具闭合高度要求。

(10) 导柱、导套的选取

据式 (1-21) 可确定导柱长度: $L=173-(2\sim3)-(10\sim15)=155\sim161\text{mm}$, 查附录 M6, 附录 M7, 选取的导柱、套型号为:



导柱 B22h5×160×45 GB/T2861.1;

导套 A22H6×80×28。

(11) 模柄

采用 B 型压入式模柄, 根据压力机滑块的模柄孔尺寸, 选用模柄规格为 B50×80。

(12) 打杆

根据 6.3.3 节及附录 J2 进行设计, 由图 6-12 所示的各模板的相对位置关系可得:

打杆长度=8+16+8+30+50+30=142mm

(13) 活动挡料销、导料销

根据坯料厚度 $t=2\text{mm}$, 卸料板厚度 $H=10\text{mm}$, 查表 1-16 确定挡料销高度 $h=4\text{mm}$, 导料销高度 $h=6\text{mm}$ 。查附录 H6, 确定活动挡料销长度取 14mm, 活动导料销高度取长度取 16mm。

(14) 螺钉、销钉

根据项目一介绍的方法, 可确定螺钉, 销钉的规格

凸模固定板固定: 螺钉 2-M10×40, 销钉 2- $\phi 10 \times 35\text{mm}$ 。

凹模固定板固定: 螺钉 4-M10×65, 销钉 2- $\phi 10 \times 60\text{mm}$ 。

凸凹模固定: 螺钉 M10×10。

凸凹模固定板固定: 螺钉 4-M10×40, 销钉 2- $\phi 10 \times 35\text{mm}$ 。

模柄止转销: 销钉 $\phi 8 \times 10\text{mm}$ 。

6. 零部件详细设计

参考项目一及项目三主要零部件的详细设计方法进行设计, 并绘制零件图、装配图如下:

(1) 凹模零件图见图 CY_06_01。

(2) 凸模零件图见图 CY_06_02。

(3) 凸凹模零件图见图 CY_06_03。

(4) 推块零件图见图 CY_06_04。

(5) 凸模固定板零件图见图 CY_06_05。

(6) 凸凹模固定板零件图见图 CY_06-06。

(7) 凸模垫板零件图见图 CY_06_07。

(8) 卸料板零件图见图 CY_06_08。

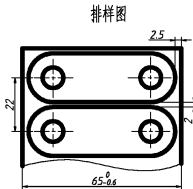
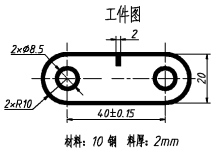
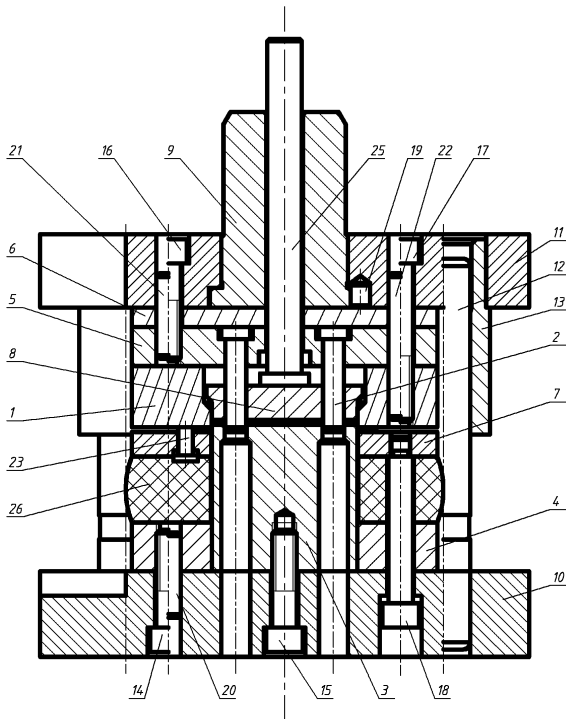
(9) 下模座零件图见图 CY_06_09。

(10) 上模座零件图见图 CY_06_10。

(11) 模柄零件图见图 CY_06_11。

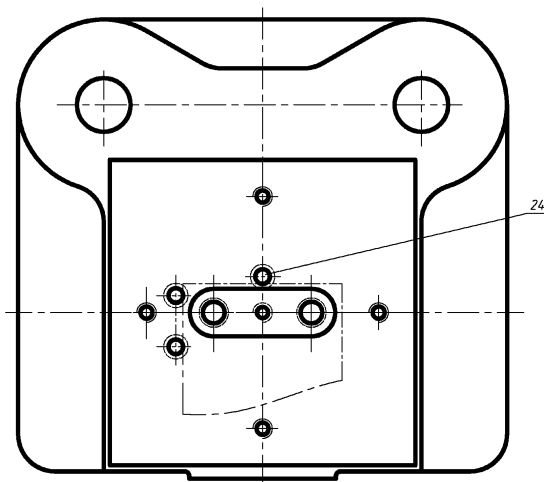
(12) 打杆零件图见图 CY_06_12。

(13) 模具装配图见图 CY_06_00。

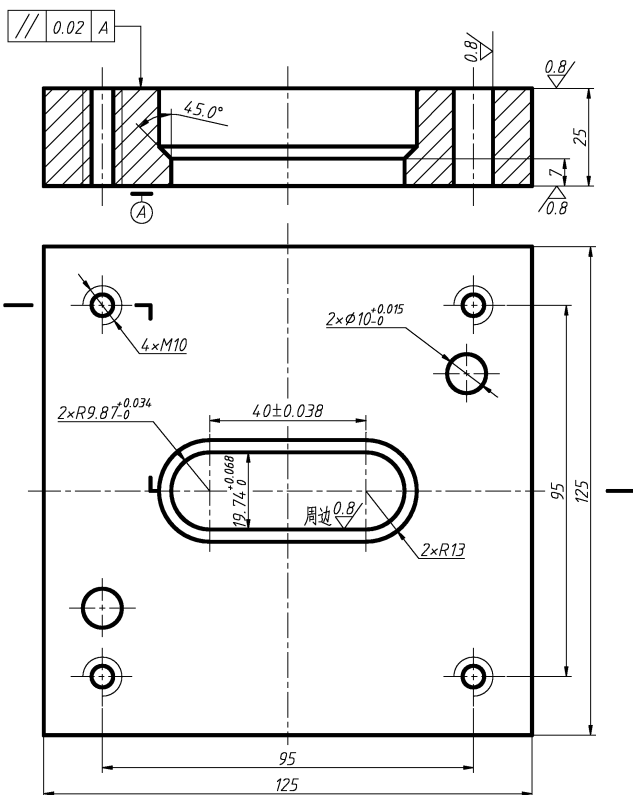


技术要求

- 1.凸、凹模刃口间隙不均匀度小于0.03mm。
- 2.模架为后侧导柱滑动导向的标准铸铁模座。
- 3.模架闭合高度173mm。
- 4.压力机型号 J23-20。

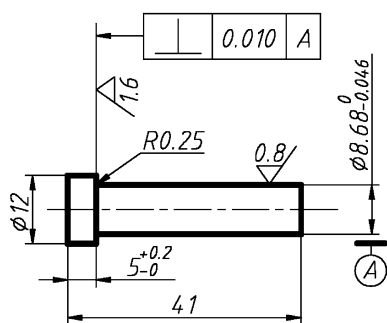


26	伙力胶	1			125X125X30
25	打杆	1	45钢	JB/T7650.1-1994	A14X142
24	抽料销	1	45钢	GB/T699-1999	6X14
23	导料销	2	45钢	GB/T699-1999	6X16
22	圆柱销钉	2	45钢	GB/T119.2-2000	10X60
21	圆柱销钉	2	45钢	GB/T119.2-2000	10X35
20	圆柱销钉	2	45钢	GB/T119.2-2000	10X35
19	圆柱销钉	1	45钢	GB/T119.2-2000	8X10
18	卸料螺钉	4	45钢	JB/T7650.6-1994	M8X60
17	内六角螺钉	4	45钢	GB/T70.1-2000	M10X65
16	内六角螺钉	2	45钢	GB/T70.1-2000	M10X40
15	内六角螺钉	1	45钢	GB/T70.1-2000	M10X40
14	内六角螺钉	4	45钢	GB/T70.1-2000	M10X40
13	导套	1	20钢	GB/T2861.6-1990	A22XH6XB0X28
12	导柱	1	20钢	GB/T2861.2-1990	B22XH5XA45X160
11	上模座	1	HT200	GB/T2855.5-1990	125X125X30
10	下模座	1	HT200	GB/T2855.6-1990	125X125X35
9	模柄	1	Q235	JB/T7646.1-1994	B50X80
8	推件块	2	45钢		43°48HRC
7	卸料板	1	45钢		
6	凸模垫板	1	45钢	JB/T7643.3-1994	43°48HRC
5	凸模固定板	1	Q235	JB/T7643.2-1994	
4	凸凹模固定板	1	Q235	JB/T7643.2-1994	
3	凸凹模	1	Cr12MoV	Cr12MoV	60°64HRC
2	凸模	2	Cr12MoV	Cr12MoV	56°60HRC
1	凹模	2	Cr12MoV	Cr12MoV	60°64HRC
序号	名称	数量	材料	标准	备注
连接片冲孔模		比例	1:1	材料	
设计		数量	1	图号	CY_06_00
校核		深圳职业技术学院			

其余 $\sqrt{3.2}$

技术要求
热处理: 60~64HRC。

凹模	比例 1:1	材料	Cr12MoV
设计	数量 1	图号	CY_06_01
校核	深圳职业技术学院		

其余 $\sqrt{3.2}$

技术要求
热处理: 56~60HRC。

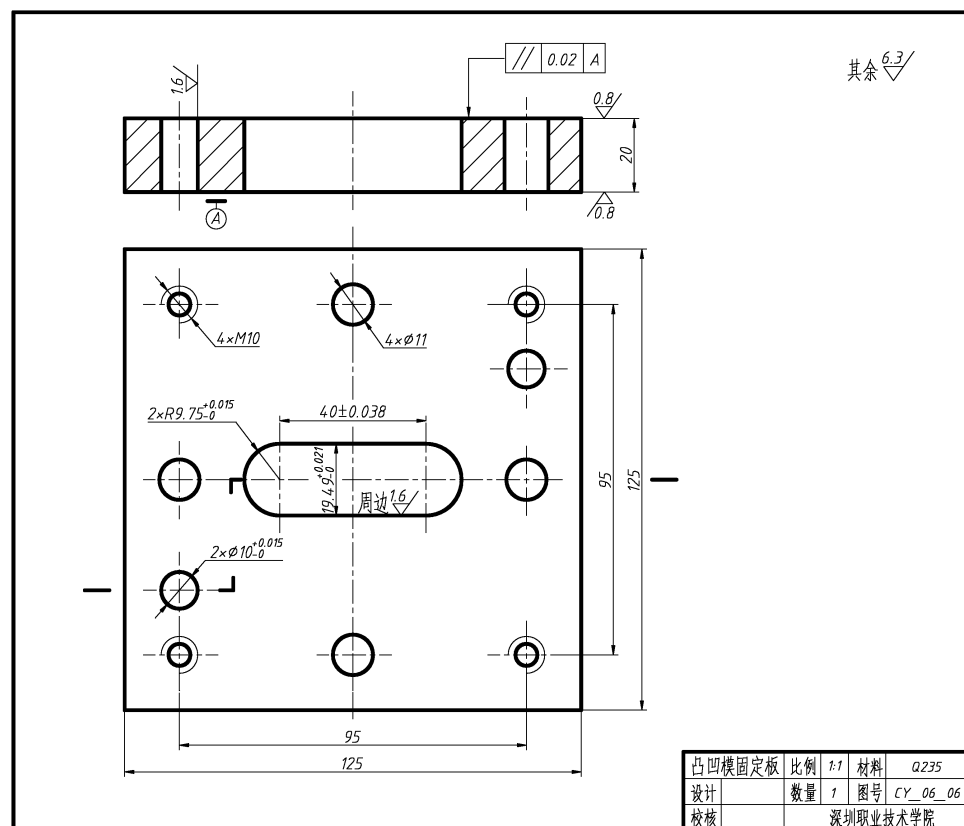
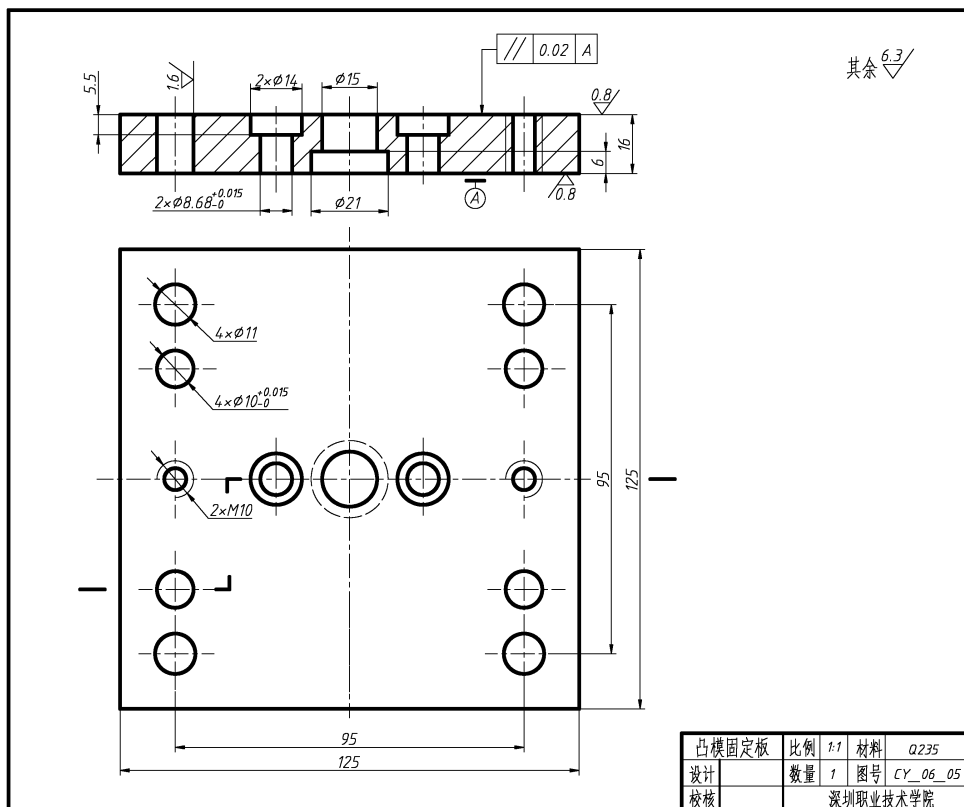
凸模	比例 1:1	材料	Cr12MoV
设计	数量 2	图号	CY_06_02
校核	深圳职业技术学院		

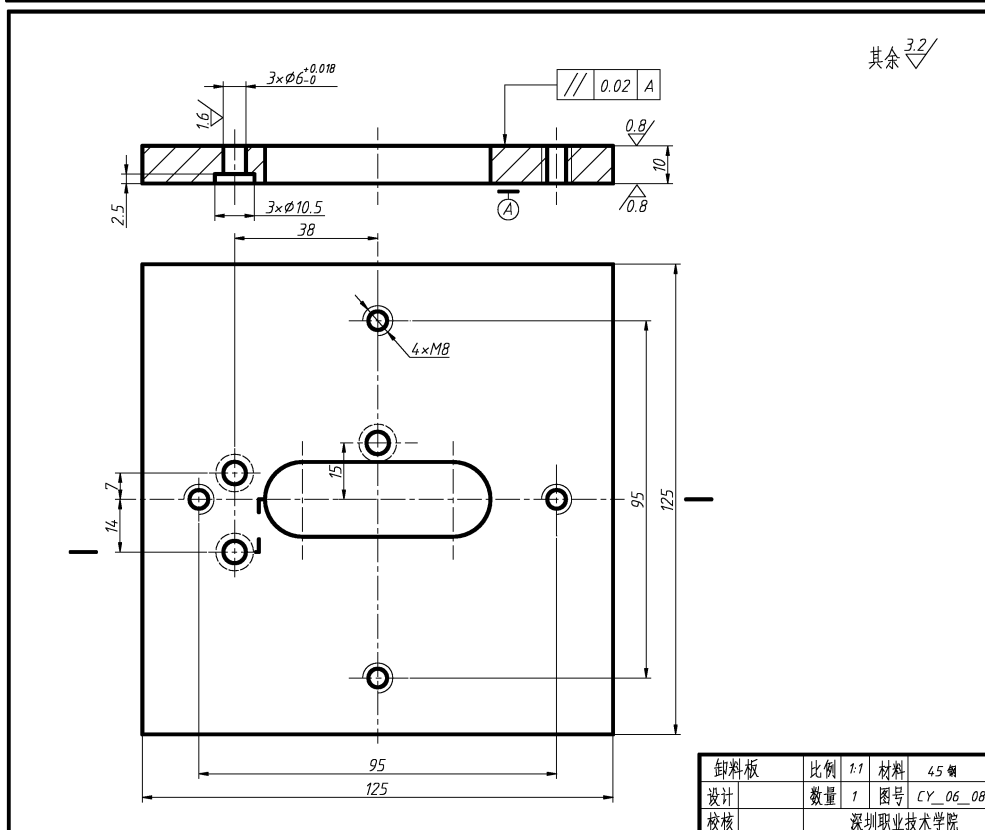
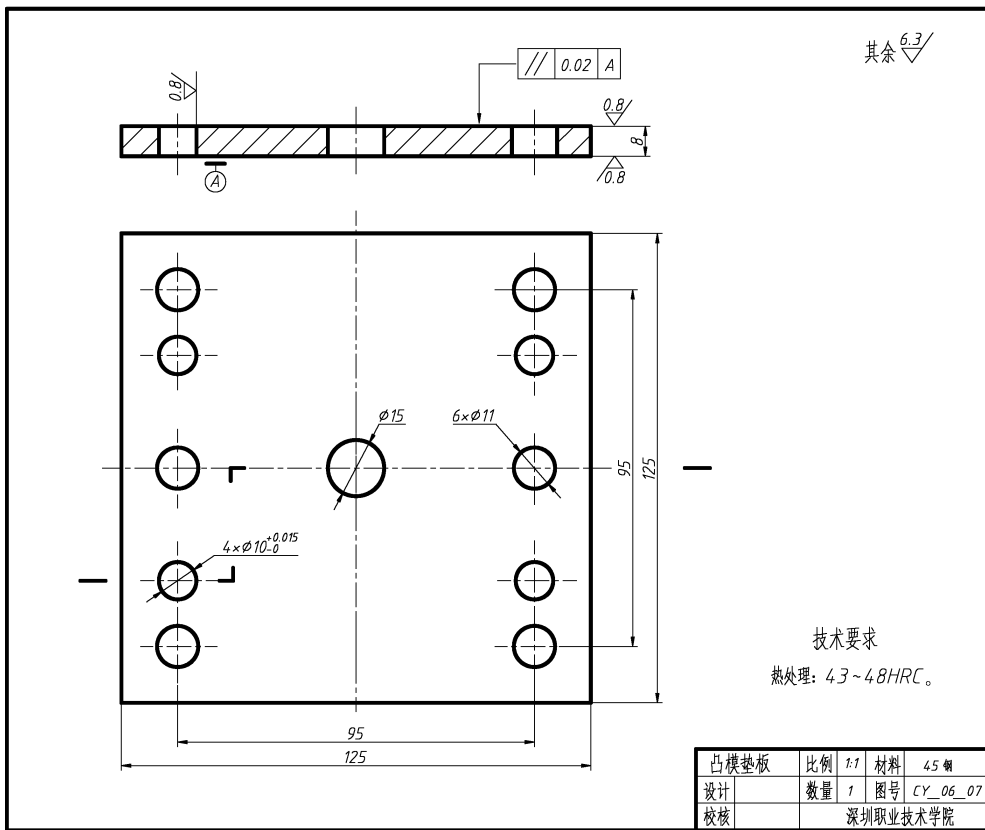


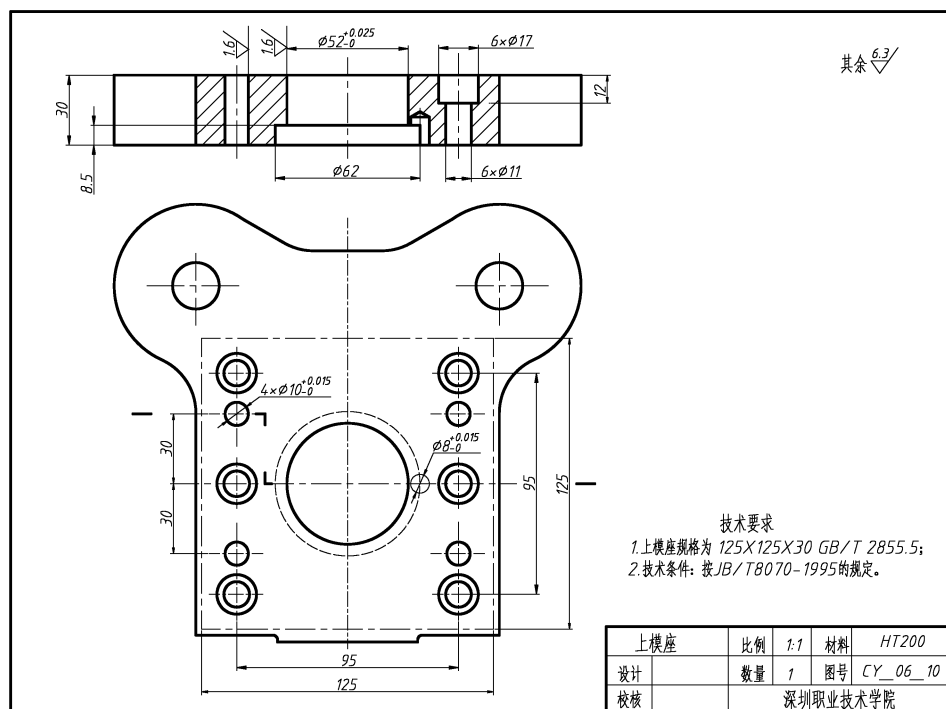
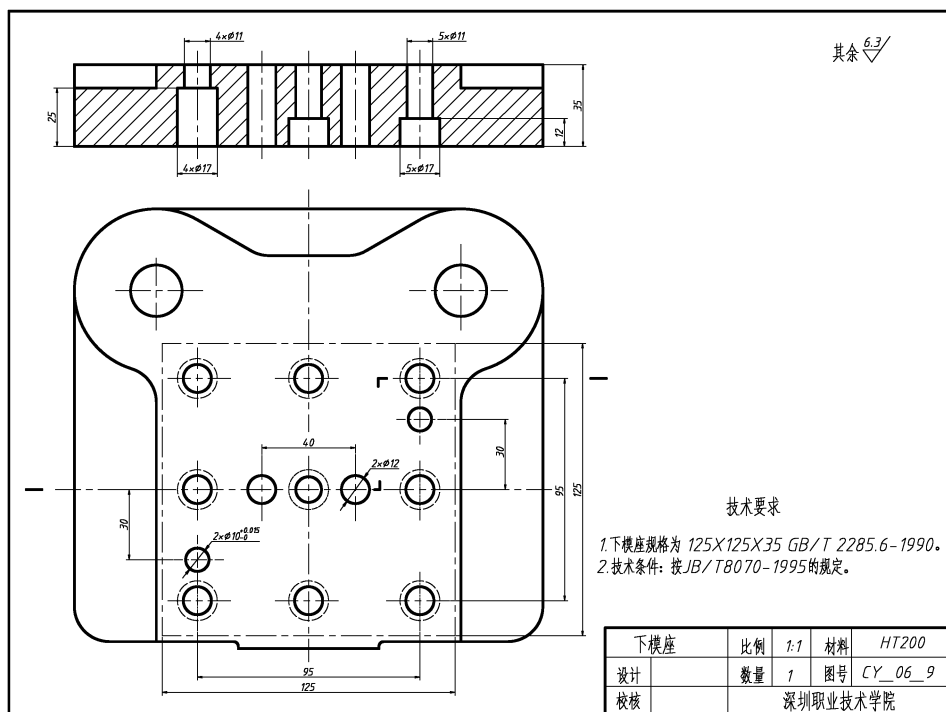
凸凹模		比例	1:1	材料	Cr12MoV
设计		数量	1	图号	CY_06_03
校核	深圳职业技术学院				



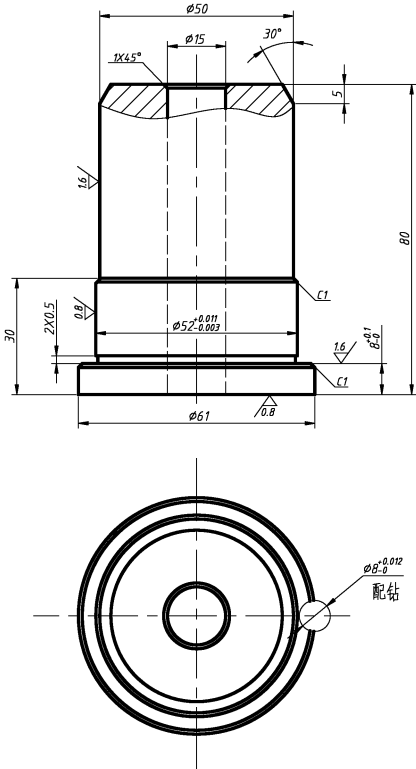
推块	比例	1:1	材料	45 钢
设计	数量	1	图号	CY_06_04
校核	深圳职业技术学院			





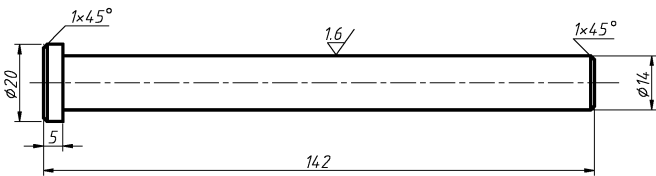


其余 6.3/



模柄	比例	1:1	材料	Q235
设计	数量	1	图号	CY_06_11
校核				深圳职业技术学院

其余 6.3/



技术要求

热处理：43~48HRC。

打杆	比例	1:1	材料	45 钢
设计	数量	1	图号	CY_06_12
校核				深圳职业技术学院



6.5 总结与回顾

本项目介绍了采用刚性推件装置的倒装式冲孔落料复合模设计方法，采用倒装式结构的优点是模具结构简单，采用刚性推件装置的优点是安全可靠。

设计中要注意该种结构复合模的使用条件，并能很好应用凸凹模的设计规范，刚性推件装置的设计规范进行复合模设计。



6.6 拓展知识

6.6.1 冲件中心有孔的倒装式冲孔落料复合模结构

图 6-13 所示的倒装式复合模结构与图 6-4 所示的倒装式复合模结构稍有不同。由于冲件中心有孔，在推件块中心位置布置有冲孔凸模 14，因此，打杆 12 通过推板 11 及布置在推件块 9 四周的多根连接推杆 10，推动推件块 9 卸料。

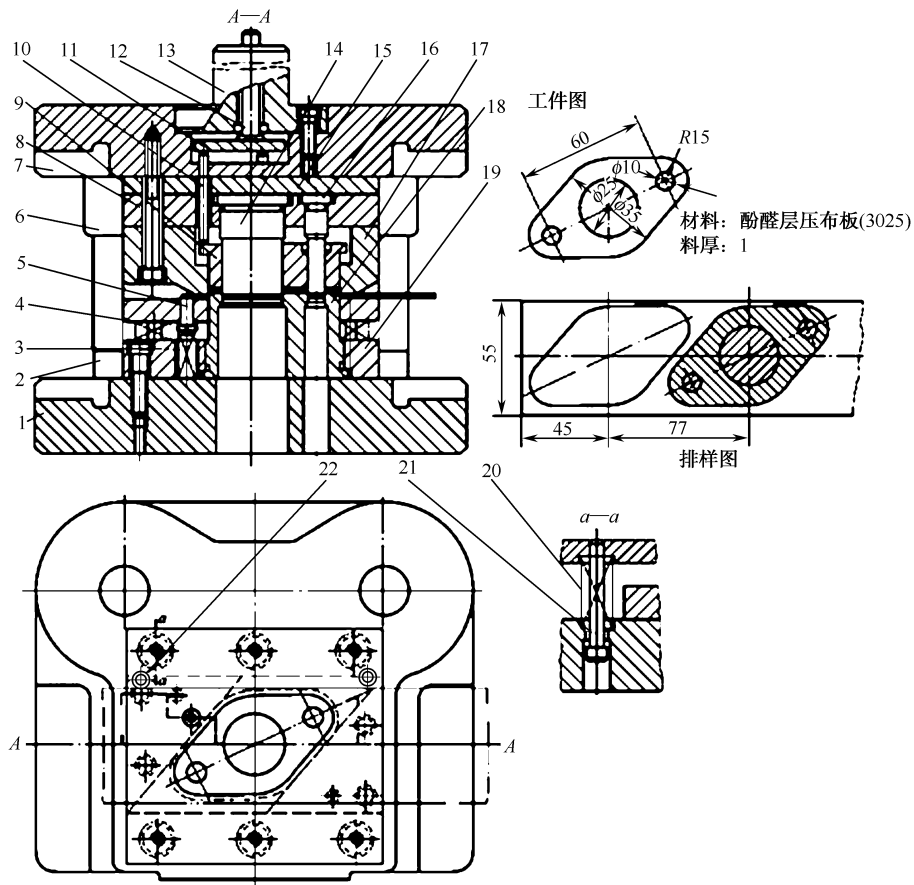


图 6-13 冲件中心有孔的倒装式复合模结构

- 1—下模座；2—导柱；3、20—弹簧；4—卸料板；5—活动挡料销；6—导套；7—上模座；
8—凸模固定板；9—推件块；10—连接推杆；11—推板；12—打杆；13—模柄；14、16—冲孔凸模；
15—垫板；17—落料凹模；18—凸凹模；19—固定板；21—卸料螺钉；22—导料销

6.6.2 顶板设计规范

顶板（又称推板，见图 6-13 序号 11），其结构如图 6-14 所示。

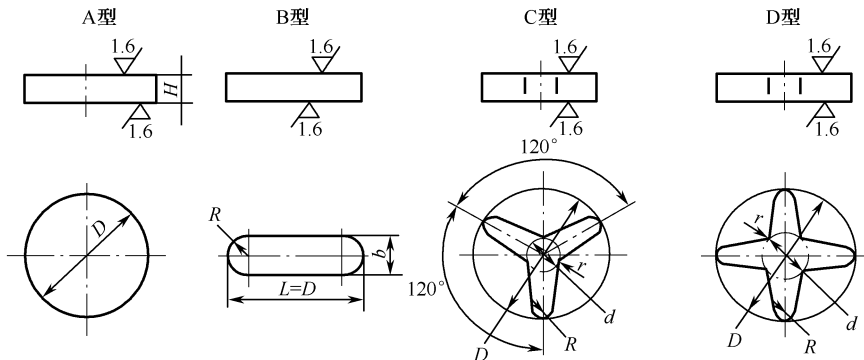


图 6-14 顶板结构

顶板安装在上模座内，由于所占空间有限，所以设计时不必设计得太大，只要能覆盖所有顶杆即可。

顶板的形状结构已标准化，设计时可以根据顶板轮廓尺寸查附录 J1 选用。

6.3.3 连接推杆设计规范

连接推杆（见图 6-13 序号 10）结构如图 6-15 所示，数量一般为 2~4 根，而且要求分布均匀，长短一致。

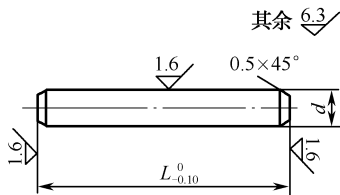


图 6-15 连接推杆结构

连接推杆已标准化，根据其长度、直径查附录 J3 选取标准件。

6.6.4 凸、凹模刃口配做法

先按零件尺寸和公差计算并制造出凹模或凸模中的一个（基准件），然后以此为基准再按最小合理间隙配做另一件。

因此，在设计阶段只需计算基准件（冲孔时为凸模，落料时为凹模）基本尺寸及公差，另一件不需标注尺寸，仅注明“相应尺寸按凸模（或凹模）配作，保证双面间隙在 $Z_{\min} \sim Z_{\max}$ 之间”即可。

配做法模具的间隙由配制保证，工艺比较简单，不必校核 $\delta_T + \delta_A \leq Z_{\max} - Z_{\min}$ 的条件，并且还可放大基准件的制造公差，使制造容易，配做法适用于形状复杂的凸、凹模尺寸的计算。

如图 6-16 和图 6-17 所示，一个形状复杂的凸模或凹模上会同时存在着三类不同磨损性



质的尺寸，需要区别对待。

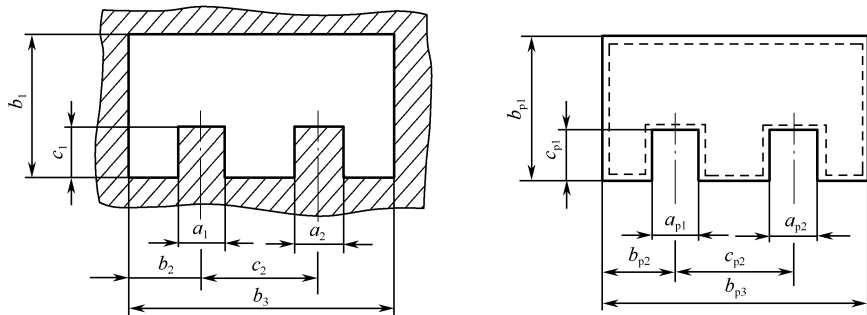


图 6-16 孔及冲孔凸模磨损情况

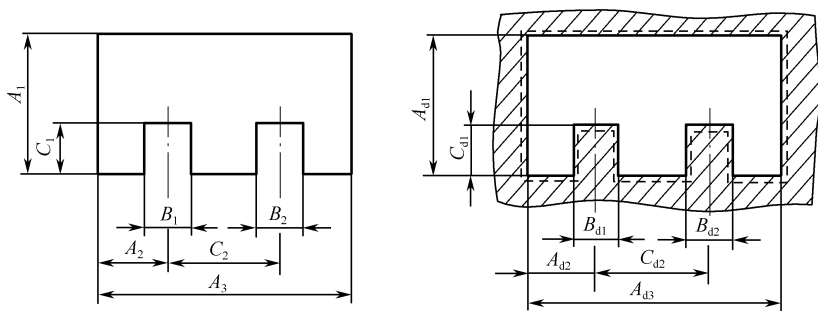


图 6-17 落料件及落料凹模磨损情况

第一类：凸模（冲孔）或凹模（落料）磨损后增大的尺寸（图 6-16 中的 a_{p1} 、 a_{p2} ；图 6-17 中的 A_{d1} 、 A_{d2} 、 A_{d3} ）。

第二类：凸模（冲孔）或凹模（落料）磨损后减小的尺寸；（图 6-16 中的 b_{p1} 、 b_{p2} 、 b_{p3} ；图 6-17 中的 B_{d1} 、 B_{d2} ）。

第三类：凸模（冲孔）或凹模（落料）磨损后基本不变的尺寸；（图 6-16 中的 c_{p1} 、 c_{p2} ；图 6-17 中的 C_{d1} 、 C_{d2} ）

计算方法如下：

① 根据磨损后轮廓变化情况，正确判断出模具刃口尺寸类型：磨损后变大，变小还是不变。

② 根据尺寸类型，采用不同计算公式。

磨损后变大的尺寸，采用分开加工法的落料凹模尺寸计算公式。

$$A_j = (A_{\max} - x\Delta)^{+\frac{1}{4}\Delta}_0 \quad (6-1)$$

磨损后变小的尺寸，采用分开加工法的冲孔凸模尺寸计算公式。

$$B_j = (B_{\min} + x\Delta)^{-\frac{1}{4}\Delta}_0 \quad (6-2)$$

磨损后不变的尺寸，采用分开加工法的孔心距尺寸计算公式。

$$C_j = (C_{\min} + \frac{1}{2}\Delta) \pm \frac{1}{8}\Delta \quad (6-3)$$



③ 刃口制造偏差可按工件相应部位公差值的 1/4 来选取。对于刃口尺寸磨损后无变化的制造偏差值可取工件相应部位公差值的 1/8 并冠以 (±)。



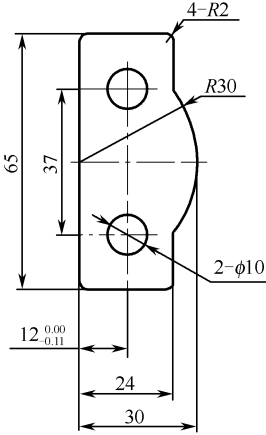
6.7 复习思考题

- 1. 凸凹模壁厚根据什么校核?
- 2. 配做法与分别加工法计算刃口尺寸有何异同?



6.8 技能训练

深圳职业技术学院
shenzhen polytechnic
实训(验)项目单
Training Item

编制部门 Dept.: 模具设计制造实训室			编制 Name: 匡和碧		编制日期 Date: 2008-12		
项目编号 Item No.	CY006	项目名称 Item	链板冲孔落料复合模设计	训练对象 Class	三年制	学时 Time	6
课程名称 Course	冲压模具设计		教材 Textbook	冲压模具设计			
目的 Objective	通过本项目的实训掌握复合冲裁模设计方法及步骤						
实训（验）内容（Content）							
链板冲孔落料复合模设计							
1. 图样及技术要求	<div>零件名称：链板</div> <div>材料：Q235，厚度 2.0mm</div> <div>生产批量：大批量</div> <div>零件图：如图 CY_LX_06 所示</div> <div></div> <div>图 CY_LX_06</div>						
2. 生产工作要求	手工送料，大批量，毛刺不大于 0.12mm						
3. 任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~10 张（采用 AutoCAD）						
4. 完成任务的思路	为了能使本项目顺利完成，应，按照“链板冲孔落料复合模设计工作引导文”的提示进行模具设计工作，在设计过程中掌握相关的知识技能						

模块三 提高篇 级进模设计

项目七 级进模设计

项目名称：连接板冲孔落料级进模设计



学习目标

1. 能够设计挡料销、导正销定距的级进模的总体结构；
2. 能够设计导正销；
3. 能够设计始用挡料装置；
4. 能够确定导正销与挡料销之间的相对位置。



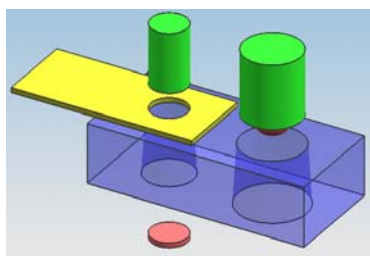
技能（知识）点

1. 挡料销、导正销定距的级进模的总体结构；
2. 导正销设计规范；
3. 始用挡料装置设计规范；
4. 导正销与挡料销之间的相对位置确定方法。

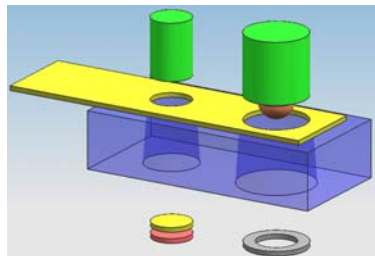


7.1 引导案例

图 7-1 所示的是垫圈零件的级进冲压成型过程。在模具上有两个工位，第一工位布置有冲垫圈中心孔的凸、凹模，第二工位布置有冲垫圈外轮廓的凸、凹模。



(a)



(b)

图 7-1 级进冲压成型过程



首先将条料送至第一工位，如图 7-1 (a) 所示，上模下行，小凸模在板料上冲出垫圈零件中心孔，大凸模未接触材料；接着上模上行，将板料送进至第二工位，如图 7-1 (b) 所示，上模下行，大凸模将垫圈零件冲下，同时小凸模又在条料上冲出一个中心孔，为下次大凸模冲出垫圈零件做准备。

具有多个工位（工位数大于 5）的级进模，除可进行冲孔落料外，还可根据零件结构的特点和成型性质，完成弯曲、拉深等工序，如图 7-2 到图 7-4 所示。



图 7-2 多工位级进冲裁产品

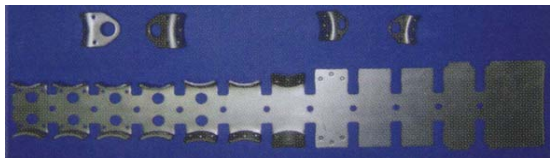


图 7-3 多工位级进冲裁、弯曲产品



图 7-4 多工位级进拉深产品

级进冲压的特点是在毛坯的送进方向上，具有两个或多个等距工位，在压力机的一次行程中，在每个工位上逐次完成一个工序，到最后工位时，便从条料中冲出一个合格的制品零件来。

使用级进模可以把两道或更多的工序合并在一副模具中完成，所以用级进模生产可以减少模具和设备的数量，提高生产率并容易实现自动化，是当前冲模发展的方向之一。



7.2 任务分析

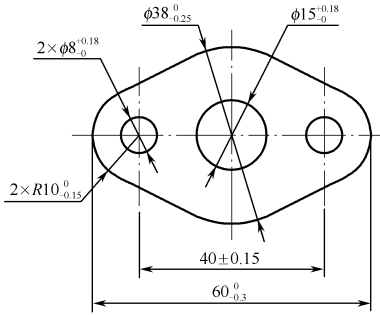
7.2.1 任务要求及完成任务的思路

如表 7-1 所示，本项目是设计一套冲孔落料级进模，要求编写计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~10 张（采用 AutoCAD 绘制）。



表 7-1 连接板冲孔落料级进模设计工作任务书

班级： 姓名： 学号：

名称	图样及技术要求
工作对象（如零件）	<div>1. 零件名称：连接板；</div> <div>2. 材料：10 钢，厚度 2.5 mm；</div> <div>3. 生产批量：40000 件/年</div> <div></div> <div>图 CY_07</div>
生产工作要求	手工送料，毛刺不大于 0.12mm
任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、非标零件图 7~8 张（采用 AutoCAD）。
完成任务的思路	为了能使本项目顺利完成，应在了解“相关知识”的基础上，按照表 7-2“连接板冲孔落料级进模设计工作引导文”的提示，进行模具设计工作，在设计过程中掌握相关的知识和技能



7.3 相关知识

7.3.1 挡料销、导正销定距的级进模结构设计规范

挡料销和导正销定距的级进模典型结构如图 7-5 所示。

冲模工作时，始用挡料销 25 挡首件，上模下压，凸模 3、4（两个）先将三个孔冲出，条料继续送进时，由固定挡料销 23 挡料，凸模 2 进行外形落料。此时，挡料销 23 只对步距起一个初步定位的作用。落料时，装在凸模 2 上的导正销 24 先进入已冲好的孔内，进行导正使孔与制件外形有较准确的相对位置。此模具在落料的同时冲孔工步也在冲孔，即下一个制件的冲孔与前一个制件的落料是同时进行的，这样就使压力机的每一个行程均能冲出一个制件。

这种定距方式多用于较厚板料，冲件上有孔，精度低于 IT12 级的冲件冲裁。它不适用于软料或板厚 $t < 0.5\text{mm}$ 的冲件。

为了使导正销工作可靠，避免折断，导正销的直径一般应大于 2mm。孔径小于 2mm 的孔不宜用导正销导正，可在条料上的废料部分冲出直径大于 2mm 的工艺孔（如图 7-2 所示），利用装在凸模固定板上的导正销导正。

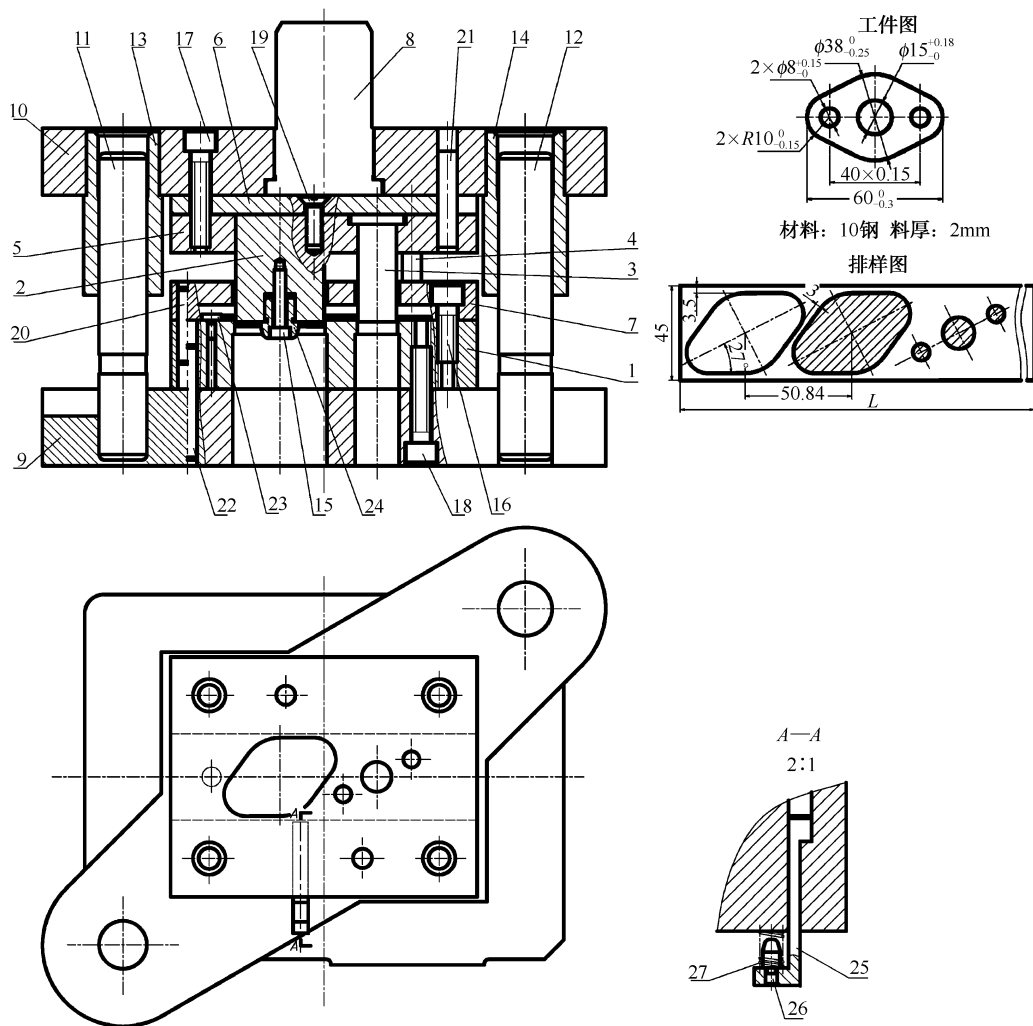


图 7-5 挡料销、导正销定距的级进模结构

- 1—凹模；2—落料凸模；3—冲大孔凸模；4—冲小孔凸模；5—凸模固定板；6—凸模垫板；
7—固定卸料板；8—模柄；9—下模座；10—上模座；11、12—导柱；13、14—导套；15、16、17、18、19—螺钉；
20、21、22—销钉；23—挡料销；24—导正销；25—始用挡料销块；26—弹簧芯柱；27—弹簧

7.3.2 始用挡料装置设计规范

始用挡料装置由始用挡料销块、弹簧芯柱、弹簧组成，如图 7-6 所示。

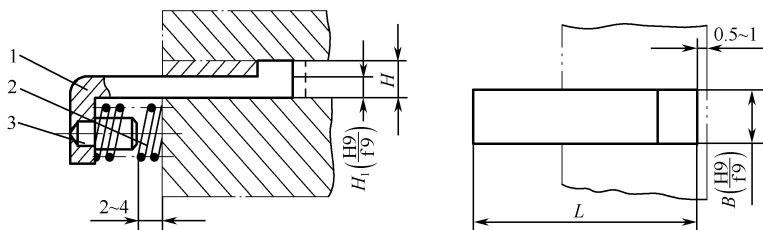


图 7-6 始用挡料装置

- 1—始用挡料销块；2—弹簧芯柱；3—弹簧



始用挡料销块高度 H 取与导料板高度一样, 其长度 L 按式 (7-1) 确定。

$$L = h_1 + h_2 + (2 \sim 4) + B - (0.5 \sim 1) \quad (7-1)$$

式中 h_1 ——始用挡料销块厚度;

h_2 ——弹簧芯柱长度;

B ——导料板宽度。

查附录 H2 确定参数 h_1 , h_2 , 进而确定参数 L , B 。

7.3.3 导正销设计规范

少工位级进模一般采用固定式导正销, 导正销的类型及结构如图 7-7 所示。

导正销分为 A、B、C、D 四种型号。A 型结构 (图 7-7 (a)) 用于 $d < 6\text{mm}$ 的导正孔; B 型结构 (图 7-7 (b)) 用于 $d < 10\text{mm}$ 的导正孔; C 型结构 (图 7-7 (c)) 用于 $d = 10 \sim 30\text{mm}$ 的导正孔; D 型结构 (图 7-7 (d)) 用于 $d = 20 \sim 50\text{mm}$ 的导正孔。

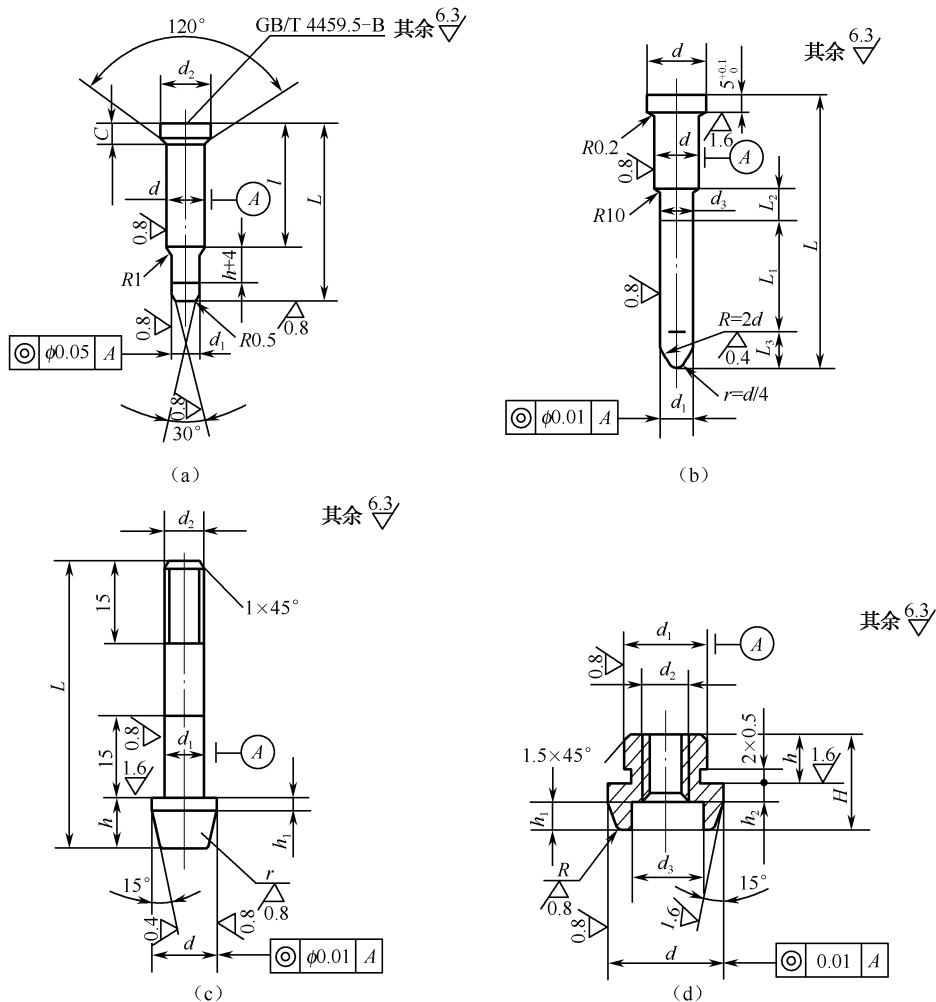


图 7-7 导正销的类型及结构

固定式导正销安装于凸模端部的装配方式如图 7-8 所示。当不采用螺纹固定时



(图 7-8 (a)、(b))，导正销与凸模上的安装孔按 H7/h6 配合；当采用螺纹固定时 (图 7-8 (c)、(d))，导正销与凸模上的安装孔按 H7/h6 配合。

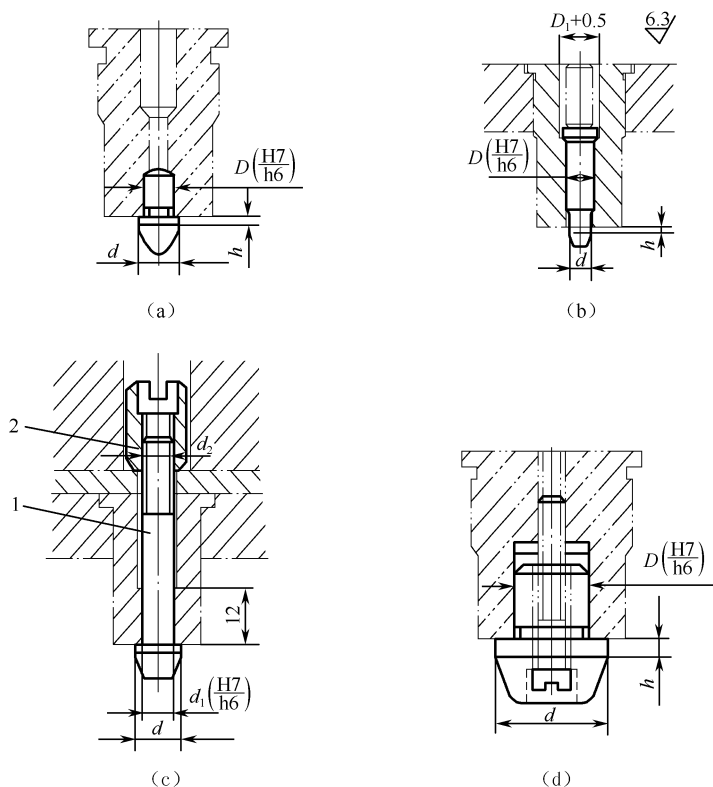


图 7-8 导正销的装配方式

如图 7-8 (c) 所示，导正销与坯料上的导正孔采取 H7/h6 或 H7/h7 配合，导正部分高度 h 按式 (7-2) 计算

$$h = k \times t \quad (7-2)$$

式中 k ——系数，一般取 0.8~1.2，料薄或导正孔大时取大值；

h ——导正部分高度；

t ——材料厚度。

7.3.4 导正销与挡料销的位置关系

挡料销的位置必须保证导料销在导正过程中条料有少许活动的可能。它们的位置关系如图 7-9 所示。

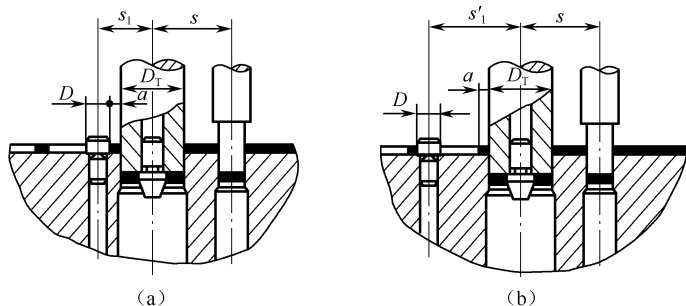


图 7-9 导正销与挡料销的位置关系

按图 7-9 (a) 方式定位, 挡料销与导正销的中心距为

$$s_1 = s - \frac{D_T}{2} + \frac{D}{2} + 0.1 = s - \frac{D_T - D}{2} + 0.1 \quad (7-3)$$

按图 7-9 (b) 方式定位, 挡料销与导正销的中心距为

$$s'_1 = s + \frac{D_T}{2} - \frac{D}{2} - 0.1 = s + \frac{D_T - D}{2} - 0.1 \quad (7-4)$$

式中 s ——送料步距;

D_T ——落料凸模直径;

D ——挡料销直径;

s_1 、 s'_1 ——挡料销与落料凸模的中心距。



7.4 任务实施 (步骤、方法、内容)

7.4.1 连接板冲孔落料级进模设计工作引导文

表 7-2 连接板冲孔落料级进模设计工作引导文

步骤	方法	内容	效果	时间 (min)
1	学习教材 7.2.1 节, 听教师讲解设计任务及要求	冲孔落料级进模设计工作任务及要求	明确冲孔落料级进模设计工作任务的内容, 要求	10
2	参考项目一、项目二及 6.4.2 节	对连接板零件进行冲压工艺分析	判断连接板零件级进冲裁工艺的合理性	10
3	学习教材 7.3.1 节	模具总体结构初步设计	确定模具总体结构, 绘制模具总体结构草图	40
4	参考项目一、项目二	冲压力计算	计算连接板冲孔落料工艺的总冲压力	20
5	参考项目一	压力机型号参数选择	初选冲压设备	10
6	参考项目一、项目二	凸、凹模刃口尺寸计算	计算凸、凹模刃口尺寸	30
7	参考项目一	落料凹模初步设计	确定凹模刃口型式、结构尺寸, 固定方式	15



续表

步骤	方法	内容	效果	时间（min）
8	参考项目二	冲孔凸模，落料凸模设计	确定凸模结构型式、结构尺寸	15
9	参考项目二	凸模固定板、凸模垫设计	确定凸模固定板、凸模垫板结构型式、尺寸	15
10	参考项目二	卸料、出件方式的选择与零 部件设计	确定弹性卸料板结构，弹力胶 参数，卸料螺钉型号参数	25
11	参考项目一、6.3.4 节	挡料销设计	确定挡料销型号参数	10
12	学习 7.3.2 节	始用挡料销设计	确定始用挡料销型号参数	
13	学习 7.3.3 节、7.3.4 节	导正销设计	确定导正销型号参数	
14	参考项目一	标准模架的选用	确定上模座、下模座、导套、 导柱的型号、参数	15
15	参考项目一	计算模具闭合高度	校核压力机闭合高度与模具 闭合高度是否相适应，否则重选 压力机	10
16	参考项目一	模柄设计	确定压入式标准模柄参数	10
17	参考项目一	螺钉、销钉选择	螺钉、销钉规格数，数量	20
18	参考项目一、二	零件详细设计	模具零件图绘制	90
19	参考项目一、二	模具装配图绘制	模具装配图绘制	40
20		计算说明书整理及图纸整理、 归档	计算说明书一份，零件图 7~10 张，装配图 1 张	20
合 计				420

7.4.2 连接板冲孔落料级进模设计实例

1. 冲压件工艺分析及冲压工艺方案的确定

(1) 冲压工艺分析

- ① 结构形式、尺寸大小。该零件形状简单、对称，外轮廓由圆弧和直线组成，零件最小孔直径为 $\phi 8\text{mm}$ ，大于表 2-3 规定值；最小孔边距为 6mm，大于图 2-2 规定值；零件结构符合冲裁件内外形设计规范，零件最大尺寸为 60mm，属中小型冲件。
- ② 尺寸精度、粗糙度、位置精度。由附录 D 查得，本例零件的所有尺寸精度为 IT12。零件未注粗糙度、位置精度要求。普通冲裁能达到的尺寸精度可达 IT11，因此，可认为该零件的精度要求能够在冲裁加工中得到保证。
- ③ 材料性能。零件材料为 10 号钢，抗剪强度 $\tau = 340\text{ MPa}$ ，具有良好的冲压性能，满足冲压工艺要求。
- ④ 冲压加工的经济性分析年产量：40000 件/年，属于中批量生产，采用冲压生产，不但能保证产品的质量，满足生产率要求，还能降低生产成本。



(2) 冲压工艺方案的确定

零件包括冲孔、落料两道冲压工序，可采用以下三种方案：

方案一（单工序模）：分两道工序做，先落料，后冲孔，采用两副单工序模具生产。

方案二（复合模）：将冲孔、落料两道冲压工序用一副模具直接完成，进行落料-冲孔复合冲压，采用冲孔落料复合模具来生产。

方案三（级进模）：将冲孔、落料两道冲压工序用一副模具分步完成，进行冲孔-落料连续冲压。

方案一模具结构简单，但需要两副模具，成本高，而且生产效率低，难以满足中批量生产的要求；方案二采用复合模加工，复合模的特点是冲裁件的內孔与外缘的相对位置精度高，冲模的轮廓尺寸较小，但凸凹模的制造难度大，生产时工件落在凹模表面，取件麻烦，效率低；方案三采用级进模加工，级进模比单工序模生产率高，减少了模具和设备的数量，工件精度也较高，便于操作和实现生产自动化，比较以上三个方案，本例拟采用级进模加工方案。

(3) 模具结构的选择

① 模具类型的选择。由工艺方案论证可知，本例采用级进模冲压。

级进模有两种基本结构形式：一种是采用侧刃+导正销定距，多用于薄料或因工件结构不使用挡料销定距的情形，这种结构的级进模，模具结构复杂，材料消耗大。另一种是采用挡料销+导正销定距，模具结构简单，材料消耗少。

本例材料较厚，可采用挡料销+导正销定距的级进模具结构。

② 定位方式的选择。因为该模具采用的是条料，采用手动送料方式，从右边送料。控制条料的送进方向采用导料板定位，无侧压装置。控制条料的送进步距采用始用挡料销挡首件，固定挡料销初定位，导正销精定位。

③ 卸料、出件方式的选择。级进冲裁时，条料将卡在凸模外缘，因此需要装卸料装置。根据级进模具冲裁的运动特点，板料存在二次定位，因此本模具采用刚性卸料方式比较合理。冲孔废料由冲孔凸模直接推出冲孔凹模，工件由落料凸模直接推出落料凹模。

④ 导向方式的选择。对角导柱模架由于前面和左、右不受限制，送料和操作比较方便，安装、调整、维修也较方便，所以该级进模采用滑动导向的对角导柱模架。

以上只做粗略的选择，待工艺计算后，在模具装配图设计时，边修改边作具体的、最后的确定。

(4) 模具结构简图绘制

模具结构简图如图 7-5 所示。

2. 工艺设计计算

(1) 排样设计

采用单排方案，由表 1-5 确定搭边值，根据零件形状，两工件间按矩形取搭边值 $a_1 = 2.2\text{mm}$ ，侧边取搭边值 $a = 2.5\text{mm}$ 。

查表 1-6 得条料宽度偏差 $\Delta = 0.5$ ，查表 1-7 得条料与导料板之间的单面间隙 $C = 0.8$ ，则条料宽度为：

$$B = (D_{\max} + 2a + C)_{-0.5}^0 = (38.06 + 2 \times 2.5 + 0.8)_{-0.5}^0 \approx 43.86_{-0.5}^0 \text{ mm}。$$

将条料宽度调整为 45mm, 工件间搭边调整为 3mm, 采用 AutoCAD 绘制的排样图如图 7-10 所示。

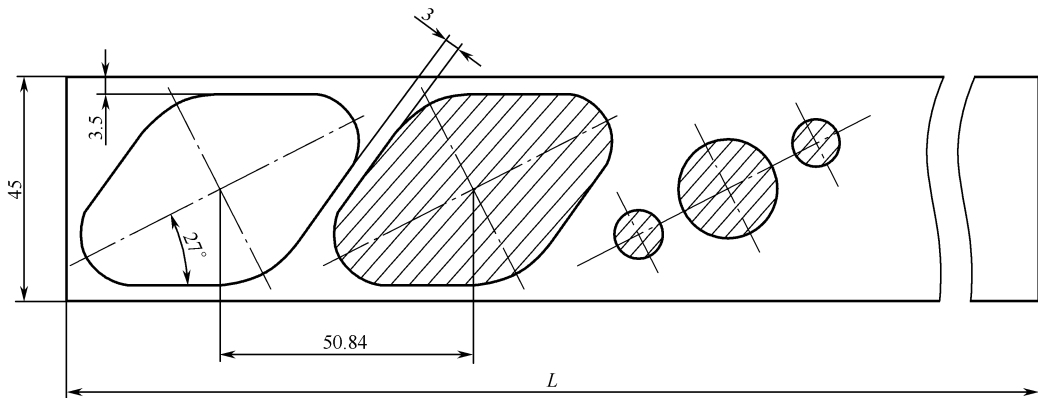


图 7-10 排样图

用 AutoCAD 软件测得步距为 50.84mm, 工件面积为 1316.478mm^2 , 则一个步距内的材料利用率为:

$$\eta = \frac{1316.478}{45 \times 50.84} \times 100\% = 57.5\%$$

(2) 冲压力及压力中心计算

用 AutoCAD 软件测得各线段长度如下:

落料尺寸: $L_1=151.08\text{mm}$;

冲孔尺寸: $L_2=L_3=25.13\text{mm}$;

冲大孔尺寸: $L_4=47.1\text{mm}$ 。

查附录 A1 得材料抗剪强度为 $\tau = 340\text{MPa}$, 则:

① 落料力: $F_{\text{落}} = KLt\tau = 1.3 \times 151.08 \times 2.5 \times 340 \approx 166943\text{N}$

② 冲孔力:

两个小孔: $F_{\text{孔1}} = KLt\tau = 1.3 \times 2 \times 25.13 \times 2.5 \times 340 \approx 55537\text{N}$;

中心孔: $F_{\text{孔2}} = KLt\tau = 1.3 \times 47.12 \times 2.5 \times 340 \approx 52068\text{N}$ 。

③ 冲裁零件时的总冲裁力:

$F = F_{\text{落}} + F_{\text{孔1}} + F_{\text{孔2}} = 166943 + 55537 + 52068 = 274548\text{N}$ 。

④ 推件力。根据式 (1-8) 可得 (假设 $n=3$, 查表 1-8 可得 $K_t=0.06$):

$$F_T = nK_T F = 3 \times 0.06 \times 274548 \approx 49419\text{N}。$$

⑤ 总冲压力:

$$F_Z = F + F_T = 274548 + 49419 = 323967\text{N} \approx 324\text{kN}$$

⑥ 模具压力中心确定。如图 7-11, 根据图形分析, 因为工件图形对称, 故落料时 $F_{\text{落}}$ 的压力中心在 O_1 上; 冲孔时 $F_{\text{孔1}}$ 、 $F_{\text{孔2}}$ 的压力中心在 O_2 上。

设冲模压力中心离 O_1 点的距离为 x , 根据力矩平衡原理得:

$$F_{\text{落}} \times X = (50.84 - X) \times (F_{\text{孔1}} + F_{\text{孔2}})$$



$$166943 \times X = (50.8 - X) \times (55537 + 52068)$$

由此算得 $X = 19.91\text{mm}$ 。

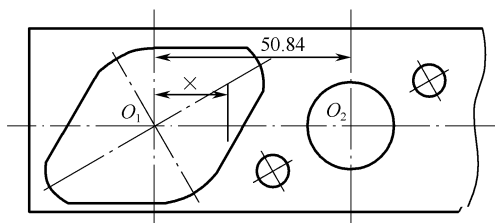


图 7-11

(3) 压力机初选

根据压力机的公称压力必须大于或等于 324kN，初步选用 J23-35 开式可倾式压力机。

压力机参数如下：

公称压力：350kN；

滑块行程：80mm；

最大闭合高度：280mm；

连杆调节量：60mm；

工作台尺寸（前后×左右）：380mm×610mm；

工作台孔尺寸：200mm×290mm；

模柄尺寸（直径×深度）： $\phi 50\text{mm} \times 70\text{mm}$ ；

3. 冲模刃口尺寸及公差计算

由表 1-10 查得：

$$Z_{\min} = 0.360\text{mm}, Z_{\max} = 0.4500\text{mm}$$

$$Z_{\max} - Z_{\min} = 0.500 - 0.360 = 0.140\text{mm}$$

(1) 冲孔部分

对尺寸 $\phi 15_0^{+0.18}$ ， $\phi 8_0^{+0.15}$ 凸、凹模按 IT8 制造。

对 $\phi 15_0^{+0.18}$ 孔， $\delta_{p1} = 0.027\text{mm}$ ， $\delta_{d1} = 0.027\text{mm}$ ，故满足 $\delta_{p1} + \delta_{d1} < Z_{\max} - Z_{\min}$ 条件。

对 $\phi 8_0^{+0.15}$ 孔， $\delta_{p2} = 0.022\text{mm}$ ， $\delta_{d2} = 0.022\text{mm}$ ，故满足 $\delta_{p2} + \delta_{d2} < Z_{\max} - Z_{\min}$ 条件。

因此，对 $\phi 15$ 孔和 $\phi 8$ 孔采用凸、凹模分开的加工方法设计，制造。由 2.3.6 节可知 $x = 0.75$ 。

冲 $\phi 15_0^{+0.18}$ 孔，由式 (2-3) 可得：

$$d_{p1} = (d_{\min} + x\Delta)_{-\delta_p}^0 = (15 + 0.75 \times 0.18)_{-0.027}^0 \approx 15.14_{-0.027}^0 \text{mm}。$$

由式 (2-4) 可得：

$$d_{d1} = (d_{p1} + Z_{\min})_0^{+\delta_d} = (15.14 + 0.36)_0^{+0.027} = 15.5_0^{+0.027}。$$

冲 $\phi 8_0^{+0.15}$ 孔，由式 (2-3) 可得： $d_{p2} = (d_{\min} + x\Delta)_{-\delta_p}^0 = (8 + 0.75 \times 0.15)_{-0.022}^0 \approx 8.11_{-0.022}^0 \text{mm}。$

由式 (2-4) 可得： $d_{d2} = (d_{p2} + Z_{\min})_0^{+\delta_d} = (8.11 + 0.36)_0^{+0.022} = 8.47_0^{+0.022}。$

两个 $\phi 8$ 孔的中心距 40 ± 0.15 。由式 (2-5) 可得凸模中心距：

$$l = L \pm \frac{1}{8} \Delta = 40.0 \pm \frac{1}{8} \times 0.3 \approx 40.0 \pm 0.038$$



(2) 落料部分

对尺寸 $\phi 38.0_{-0.25}^0$ ，凸、凹模按 IT8 制造，凸、凹模制造公差： $\delta_{p1} = 0.039\text{mm}$ ， $\delta_{D1} = 0.039\text{mm}$ ，故满足 $\delta_{p1} + \delta_{D1} < Z_{\max} - Z_{\min}$ ，因此采用分别加工法。

由式 (1-12) 可得： $D_{D1} = (D_{\max} - x\Delta)_0^{+\delta_{D1}} = (38.0 - 0.75 \times 0.25)_0^{+0.039} \approx 37.81_0^{+0.039}$

由式 (1-13) 可得： $D_{p1} = (D_{D1} - Z_{\min})_{-\delta_{p1}}^0 = (37.81 - 0.36)_{-0.039}^0 \approx 37.45_{-0.039}^0$

对尺寸 $60.0_{-0.3}^0$ ，凸、凹模按 IT8 制造，凸、凹模制造公差： $\delta_{p2} = 0.046\text{mm}$ ， $\delta_{D2} = 0.046\text{mm}$ ，故满足 $\delta_{p2} + \delta_{D2} < Z_{\max} - Z_{\min}$ ，因此采用分别加工法。

由式 (1-12) 可得： $D_{D2} = (D_{\max} - x\Delta)_0^{+\delta_{D2}} = (60.0 - 0.75 \times 0.3)_0^{+0.046} = 59.78_0^{+0.046}$

由式 (1-13) 可得： $D_{p2} = (D_{D2} - Z_{\min})_{-\delta_{p2}}^0 = (59.78 - 0.36)_{-0.046}^0 = 59.42_{-0.046}^0$

对尺寸 $R10.0_{-0.15}^0$ ，凸、凹模按 IT8 制造，凸、凹模制造公差： $\delta_{p3} = 0.022\text{mm}$ ， $\delta_{D3} = 0.022\text{mm}$ ，故满足 $\delta_{p3} + \delta_{D3} < Z_{\max} - Z_{\min}$ ，因此采用分别加工法，由于该尺寸为单边磨损尺寸，所以计算时取单边间隙。

由式 (1-12) 可得： $D_{D3} = (D_{\max} - x\Delta)_0^{+\delta_{D3}} = (10.0 - 0.75 \times 0.15)_0^{+0.022} \approx 9.89_0^{+0.022}$

由式 (1-13) 可得： $D_{p3} = (D_{D3} - Z_{\min}/2)_{-\delta_{p3}}^0 = (9.89 - 0.36/2)_{-0.022}^0 = 9.71_{-0.022}^0$

4. 主要零件初步设计

(1) 凹模

① 凹模刃口的设计。采用图 1-15 所示的直壁刃凹口凹模，前面计算冲压力时已假设凹模刃壁高度 $h=7.5\text{mm}$ 。

② 凹模结构尺寸计算。根据式 (1-18)，计算凹模高度 H

$$H = k_1 k_2 \sqrt[3]{0.1F} = 1.12 \times 1 \times \sqrt[3]{0.1 \times 274548} \approx 33.8\text{mm}$$

由 AutoCAD 查得凹模长度方向刃口长度 103.3mm，宽度方向刃口长度 38.4mm，查表 1-14 得 $C=24\sim 32\text{mm}$ ，则

凹模长度： $A=a+2c=103.3+2 \times 28=159.3\text{mm}$

凹模宽度： $B=b+2c=38.4+2 \times 28=94.4\text{mm}$

根据 A、B、H 查附录 F1 选可确定标准凹模板参数为：160mm×125mm×36mm。

(2) 固定卸料板与导料板

由于要安装始用挡料装置固定卸料板与导料板采用一体化结构，卸料板周边轮廓尺寸可取与凹模相同的数值。

① 导料部分。根据板料厚度 $t=2.5\text{mm}$ 时，查表 1-16 确定导料部分厚度 $h=8\text{mm}$ 。根据式 (1-3) 计算两导料板之间的距离：

$$A = B + C = 45 + 0.8 = 45.8\text{mm}$$

② 固定卸料部分。

查表 1-17，卸料部分厚度取为 12mm。

因此，固定卸料板的参数可确定为：160mm×125mm×20mm。

(3) 挡料销

小型冲模采用 A 型挡料销，根据板料厚度 $t=2.5\text{mm}$ 时，查表 1-16 确定固定挡料销高度 $h=3\text{mm}$ ，查附录 H1 确定挡料销型号为 A8 JB/T 7649.10 (d8, h3, L13)。



(4) 始用挡料装置

始用挡料销块的高度 h 与固定卸料板的导料部分高度一致, 即 $h=8\text{mm}$, 根据式 (7-1) 及附录 H2, 可确定始用挡料装置各零件参数为:

始用挡料销块: 58×8 ;

弹簧: $0.8\times 8\times 20$;

弹簧芯柱: 6×16 。

(5) 导正销

根据 7.3.3 节的介绍, 选择 D 型导正销, 查附录 I4 确定 D 型导正销型号为: 导正销: 15×14 。

(6) 凸模固定板和凸模垫板的结构尺寸

选取标准凸模固定板参数为 $160\text{mm}\times 125\text{mm}\times 20\text{mm}$; 标准凸模垫板参数为 $160\text{mm}\times 125\text{mm}\times 10\text{mm}$ 。

(7) 凸模设计

根据式 (1-17) 确定凸模长度: $L=h_1+h_2+h_3+h=20+8+6+20=54\text{mm}$ 。

初定凸模长度取为 56mm 。

(8) 标准模座选取

根据凹模周界尺寸可确定模座 $L\times B$ 为: $160\text{mm}\times 125\text{mm}$, 参考项目一介绍的方法, 可确定座厚度为: $32\sim 48\text{mm}$ 。查附录 M4, 选取材料为铸铁, 滑动导向, 凹模周界 $L=160\text{mm}$, $B=125\text{mm}$, 下模厚度 $H=40\text{mm}$, 上模厚度 $h=35\text{mm}$ 对角导柱模架。

(9) 合模高度计算及模具的闭合高度校核

根据该模具结构, 合模高度为上下模座厚度, 凸模垫板厚度, 凸模长度, 凹模厚度之和减去凸模进入凹模的深度, 即:

$$H_0=35+40+8+62+32-1=176\text{mm}$$

因为压力机最大闭合高度为 280mm , 连杆调节量为 60mm , 因此所选压力机满足模具闭合高度要求, 但需在工作台面上配备垫块, 垫块高度 $44\sim 104\text{mm}$ 。

(10) 导柱、导套的选取

导柱长度 $=176-(2\sim 3)-(10\sim 15)=158\sim 164$ 。

查附录 M6、M7 可确定导柱、导套型号为:

左导柱: $B25h5\times 160\times 45$;

右导柱: $B28h5\times 160\times 45$;

左导套: $A25H6\times 85\times 33$;

右导套: $A28H6\times 85\times 33$ 。

(11) 模柄的选取

根据压力机滑块孔直径, 上模座厚度选用标准压入式模柄, 规格为: $A50\times 85$ 。

(12) 螺钉销钉的选取

参考项目一介绍的方法可确定螺钉、销钉规格。

凸模固定板固定: 螺钉 $2-M10\times 50$, 销钉 $2-\phi 10\times 50\text{mm}$ 。

落料凸模固定: 埋头螺钉 $2-M8\times 25$ 。

模柄止转销：销钉 $\phi 8 \times 10\text{mm}$ 。

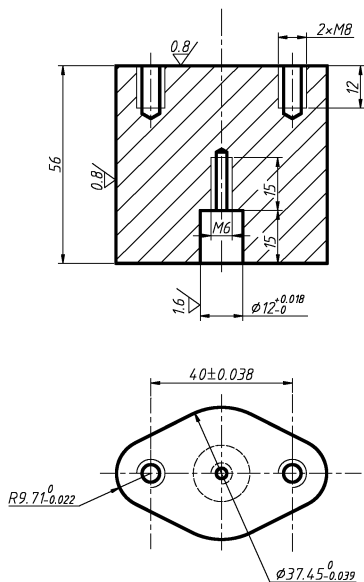
参考项目一及项目六主要零部件的详细设计方法进行设计,并绘制零件图、装配图如下:

- (1) 凹模零件图见图 CY_07_01。
- (2) 落料凸模零件见图 CY_07_02。
- (3) 冲大孔凸模零件见图 CY_07_03。
- (4) 冲小孔凸模零件见图 CY_07_04。
- (5) 固定卸料板零件见图 CY_07_05。
- (6) 凸模垫板零件见图 CY_07_06。
- (7) 凸模固定板零件见图 CY_07_07。
- (8) 下模座零件图见图 CY_07_08。
- (9) 上模座零件见图 CY_07_09。
- (10) 模柄零件见图 CY_07_10。
- (11) 始用挡料销块零件见图 CY_07_11。
- (12) 弹簧芯柱零件见图 CY_07_12。
- (13) 导正销零件见图 CY_07_13。
- (14) 模具装配图见图 CY_07_00。





其余 $\sqrt{3.2}$

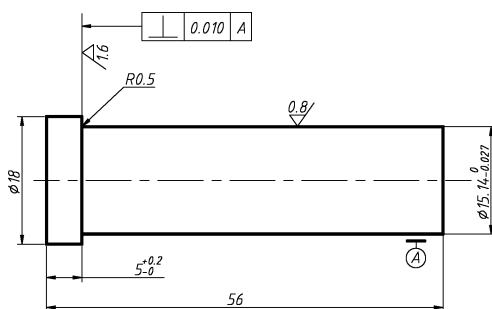


技术要求

热处理硬度: 58~62HRC。

落料凸模	比例 1:1	材料	Cr12MoV
设计	数量 1	图号	CY_07_02
校核			深圳职业技术学院

其余 $\sqrt{3.2}$

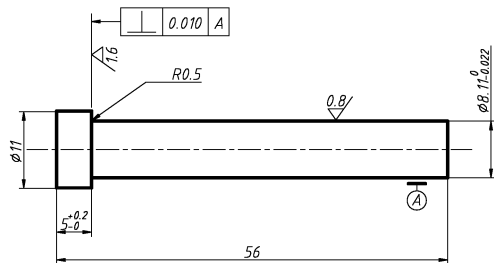


技术要求

热处理硬度: 58~62HRC。

冲孔凸模	比例 2:1	材料	Cr12MoV
设计	数量 1	图号	CY_07_03
校核			深圳职业技术学院

其余 $\frac{3.2}{\sqrt{}}$

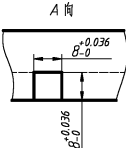
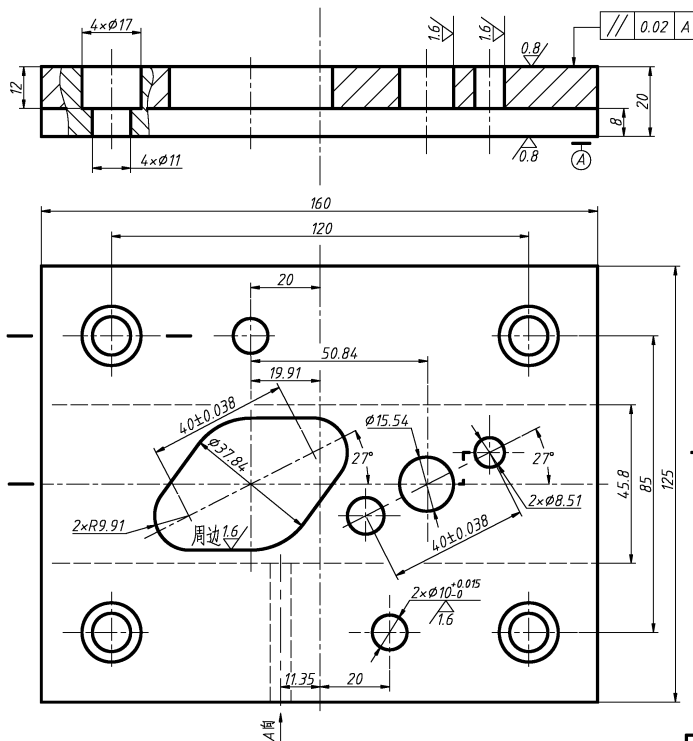


技术要求

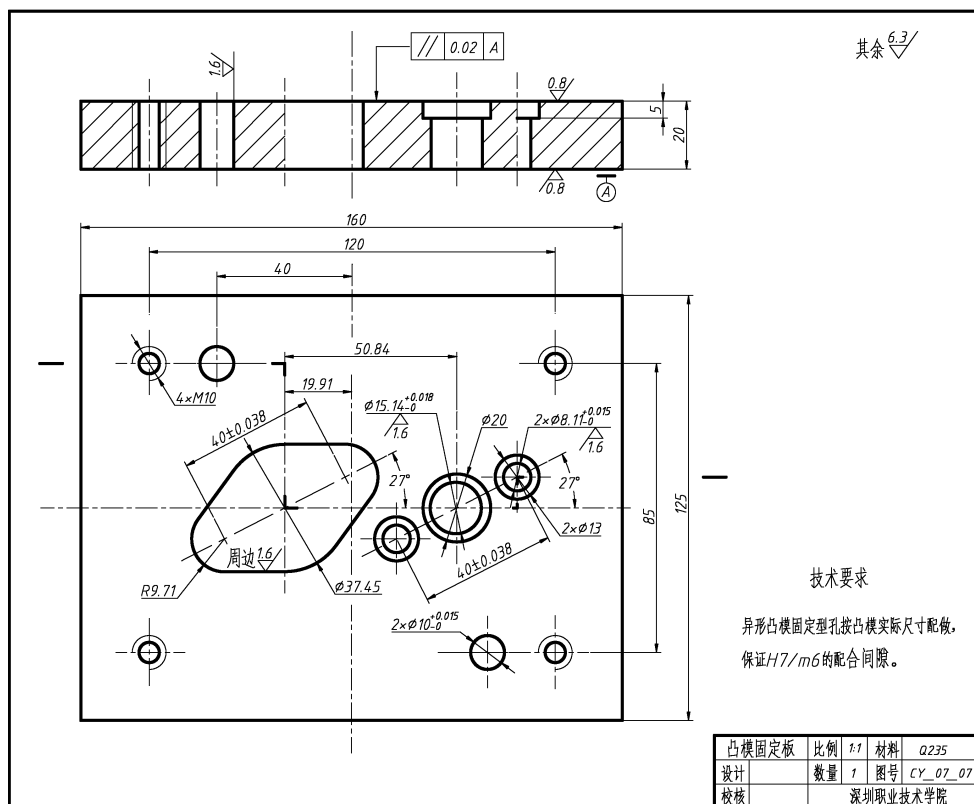
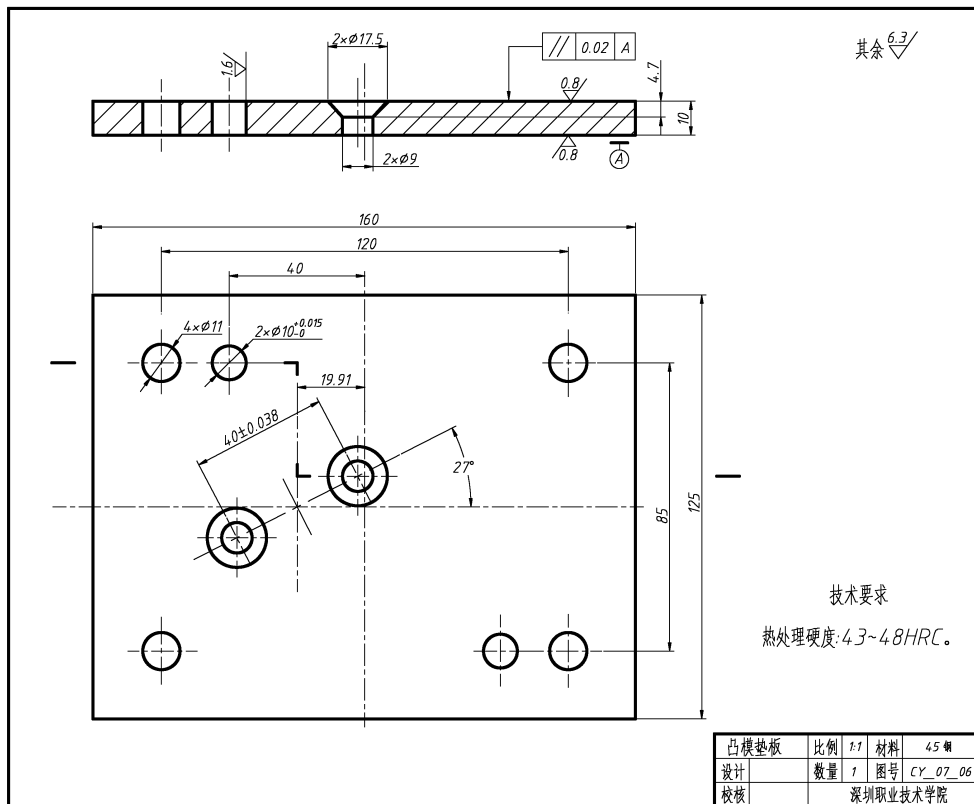
热处理硬度：58~62HRC。

冲孔凸模	比例	2:1	材料	Cr12MoV
设计	数量	2	图号	CY_07_04
校核				深圳职业技术学院

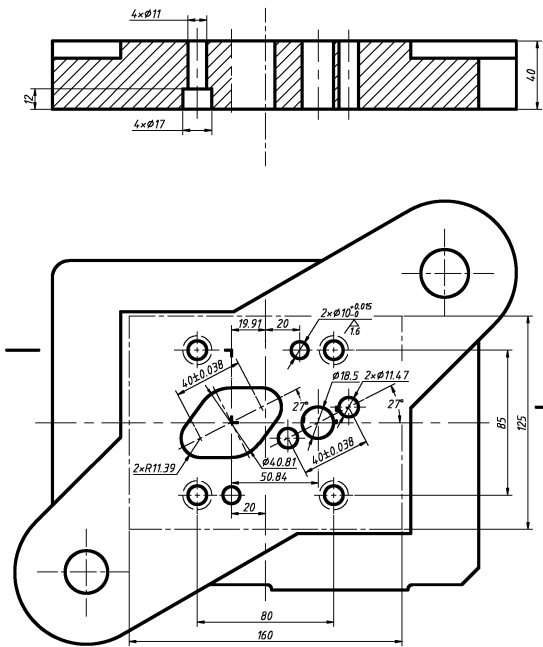
其余 $\frac{6.3}{\sqrt{}}$



固定卸料板	比例	1:1	材料	45钢
设计	数量	1	图号	CY_07_05
校核				深圳职业技术学院



其余 $\frac{6.3}{\sqrt{}}$

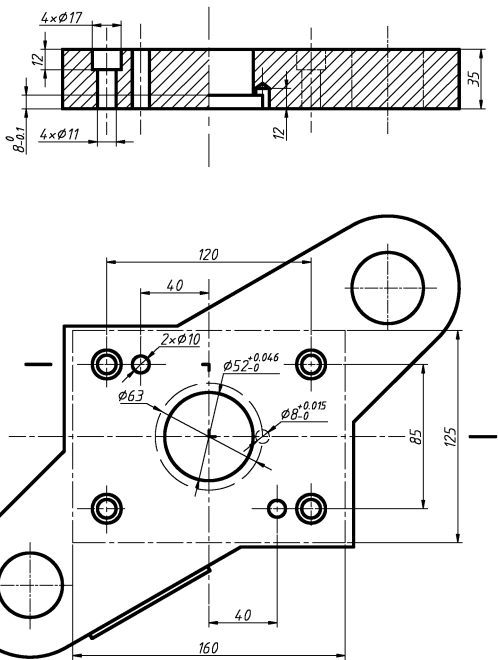


技术要求

- 1. 下模座为对角导柱下模座 (GB/T2855.2—1990), 规格为 160X125X35;
- 2. 技术条件按 JB/T8070—1995 的规定。

下模座	比例	1:2	材料	HT200
设计	数量	1	图号	CY_07_08
校核				深圳职业技术学院

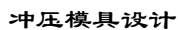
其余 $\frac{6.3}{\sqrt{}}$



技术要求

- 1. 上模座为对角导柱上模座 (GB/T2855.1—1990), 规格为 160X125X35;
- 2. 技术条件按 JB/T8070—1995 的规定。

上模座	比例	1:2	材料	HT200
设计	数量	1	图号	CY_07_09
校核				深圳职业技术学院



模柄	比例	1:1	材料	Q235
设计	数量	1	图号	CY_07_10
校核	深圳职业技术学院			



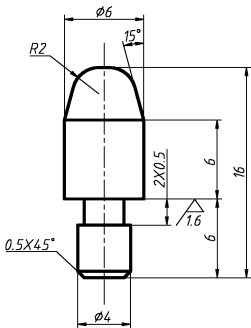
技术要求

技术条件按 JB/7653—1994 的规定。

始用挡料块		比例	2:1	材料	45 钢
设计		数量	1	图号	CY_07_11
校核	深圳职业技术学院				



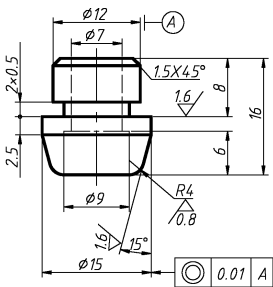
其余 $\sqrt[6.3]{}$



技术要求
技术条件按 JB/T7653 的规定。

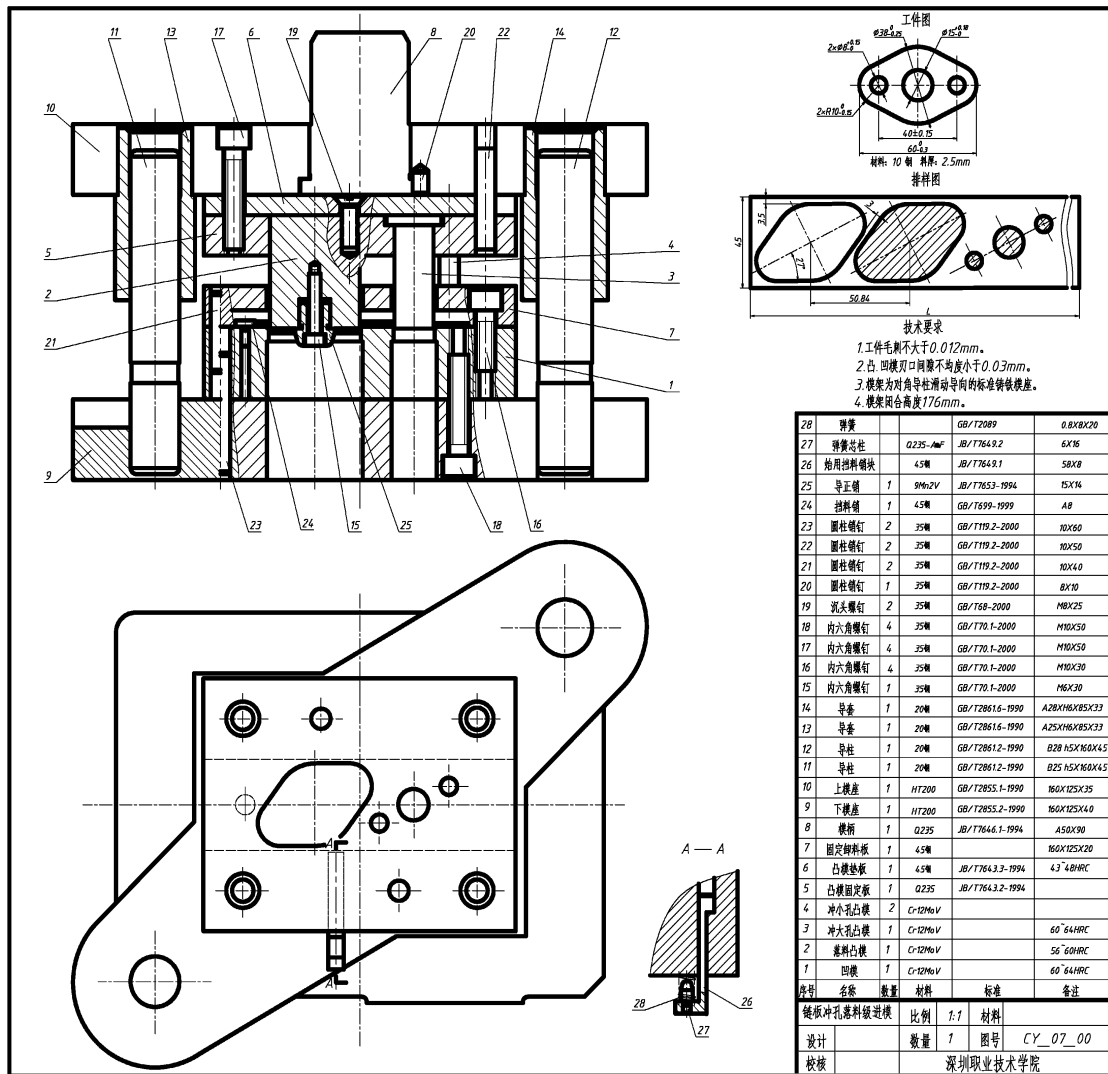
弹簧芯柱	比例	4:1	材料	Q235-A ₄ F
设计	数量	1	图号	CY_07_12
校核				深圳职业技术学院

其余 $\sqrt[6.3]{}$



技术要求
热处理硬度 58~62HRC

导正销	比例	2:1	材料	9Mn2V
设计	数量	1	图号	CY_07_13
校核				深圳职业技术学院



7.5 总结与回顾

本项目介绍了采用挡料销、导正销定距的级进冲裁模设计方法。采用挡料销、导正销定距结构的优点是模具结构简单，比采用侧刃定距的级进模要节省材料。

设计中要注意该种结构级进模的使用条件，其次要注意这种结构的模具一般采用刚性卸料板，为了安装始用挡料销装置，刚性卸料板与导料板做成一体。

通过本项目的学习，应能设计简单的级进冲裁模。



7.6 拓展知识

对于薄料 $t < 0.5\text{mm}$ 或不便采用挡料销定距的冲裁件，可采用侧刃定距。

侧刃数量可以是一个，也可以是两个，采用双侧刃定距的级进模如图 7-12 所示。

在凸模固定板上,除装有一般的冲孔、落料凸模外,还装有特殊的凸模——侧刃。侧刃断面的长度等于送料步距,在压力机的每次行程中,侧刃在条料的边缘冲下一块长度等于步距的料边。由于侧刃前后导料板之间的宽度不同,前宽后窄,在侧刃挡块处形成一个凸肩,所以只有在侧刃切去一个长度等于步距的料边而使其宽度减少之后,条料才能再向前推进一个步距,从而保证了孔与外形相对位置的正确。

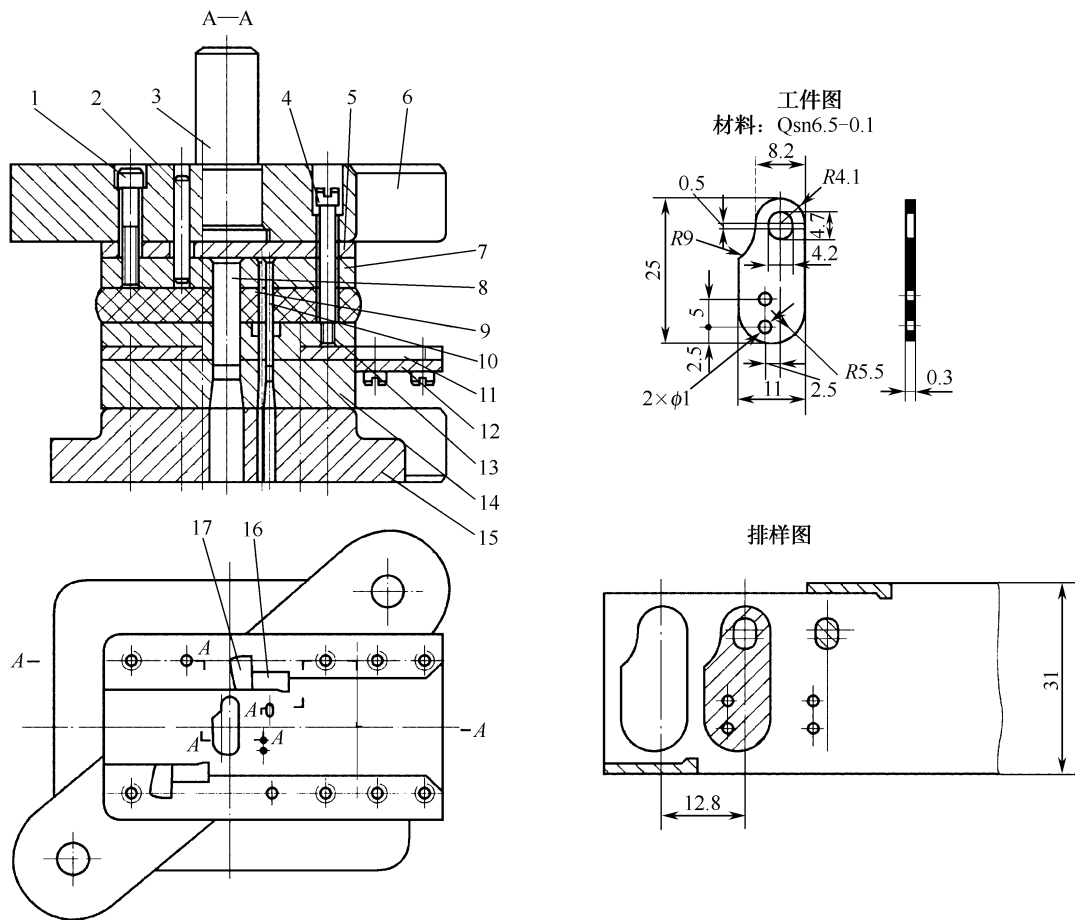


图 7-12 双侧刃定距的冲孔落料级进模

1—内六角螺钉; 2—销钉; 3—模柄; 4—卸料螺钉; 5—垫板; 6—上模座; 7—凸模固定板;

8、9、10—凸模; 11—导料板; 12—承料板; 13—卸料板; 14—凹模; 15—下模座; 16—侧刃; 17—侧刃挡块

在一般情况下,侧刃定距的定距精度比导正销低,所以有些级进模将侧刃与导正销联合使用。这时用侧刃作粗定位,用导正销作精定位。侧刃断面的长度应略大于送料步距,使导正销有导正的余地。

使用侧刃的级进模定位准确,生产率高、操作方便,但料耗和冲裁力增大。



7.7 复习思考题

- 1. 挡料销、导正销之间距离如何确定？
- 2. 图 7-12 中对角布置的两个侧刃功能有何不同？



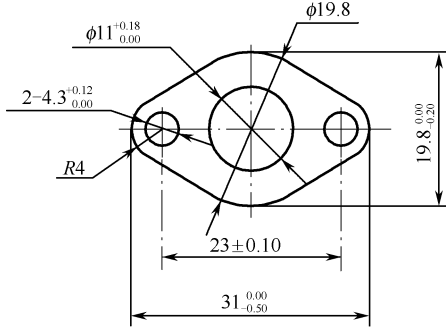
7.8 技能训练

深圳职业技术学院

shenzhen polytechnic

实训（验）项目单

Training Item

编制部门 Dept.: 模具设计制造实训室		编制 Name: 匡和碧		编制日期 Date: 2008-12			
项目编号 Item No.	CY07	项目名称 Item	连接板冲孔落料级进 模设计	训练对象 Class	三年制	学时 Time	7
课程名称 Course	冲压模具设计		教材 Textbook	冲压模具设计			
目的 Objective	通过本项目的实训掌握级进冲裁模设计方法及步骤						
实训（验）内容（Content）							
连接板冲孔落料级进模设计							
1. 图样及技术要求	<div><div>零件名称：连接板</div><div>材 料：Q235 钢</div><div>材料厚度：2mm</div><div>生产批量：大批量</div><div>零件简图：如图 CY_LX_07 所示</div><div>未注公差：IT13</div></div> <div></div> <div>图 CY_LX_07</div>						
2. 生产工作要求	手工送料，大批量，毛刺不大于 0.12mm						
3. 任务要求	计算说明书 1 份（Word 文档格式）；绘制模具总装图 1 张、零件图 7~8 张（采用 AutoCAD）						
4. 完成任务的思路	为了使本项目顺利完成，应按照表 7-2 “连接板冲孔落料级进模设计工作引导文” 的提示进行模具设计工作，在设计过程中掌握相关的知识技能						

附录

附录 A1 冲压常用金属材料的力学性能

材料名称	牌号	材料的状态	力学性能				
			抗剪强度 τ (MPa)	抗拉强度 σ_b (MPa)	屈服点 σ_s (MPa)	伸长率 δ (%)	弹性模量 E (10^3 MPa)
普通碳素钢	Q195	未经退火	225~314	314~392		28~33	—
	Q215		265~333	333~412	216	26~31	—
	Q235		304~373	432~461	253	21~25	—
	Q255		333~412	481~511	255	19~23	—
优质碳素结构钢	08F	已退火的	216~304	275~383	177	32	—
	08		255~353	324~441	196	32	186
	10F		216~333	275~412	186	30	—
	10		255~340	294~432	206	29	194
	15		265~373	333~471	225	26	198
	20		275~392	353~500	245	25	206
	35		392~511	490~637	314	20	197
	45		432~549	539~686	353	16	200
	50		432~569	539~716	373	14	216
不锈钢	1Cr13	已退火的	314~373	392~416	412	21	206
	2Cr13		314~392	392~490	441	20	206
	1Cr17Ni8	经热处理的	451~511	569~628	196	35	196
铝锰合金	LF21	已退火的	69~98	108~142	49	19	—
		半冷作硬化的	98~137	152~196	127	13	—
硬铝 (杜拉铝)	LY12	已退火的	103~147	147~211	—	12	—
		淬硬并自然时效	275~304	392~432	361	15	—
		淬硬后冷作硬化	275~314	392~451	333	10	—
纯铜	T1, T2, T3	软的	157	196	69	30	106
		硬的	235	294	—	3	127



续表

材料名称	牌号	材料的状态	力学性能				
			抗剪强度 τ (MPa)	抗拉强度 σ_b (MPa)	屈服点 σ_s (MPa)	伸长率 δ (%)	弹性模量 E (10^3 MPa)
黄铜	H62	软的	255	294	—	35	98
		半硬的	294	373	196	20	—
		硬的	412	412	—	10	—
	H68	软的	235	294	98	40	108
		半硬的	275	343	—	25	—
		硬的	392	392	245	15	113
铅黄铜	HPb59-1	软的	294	343	142	25	91
		硬的	392	441	412	5	103

附录 A2 普通碳素结构钢冷轧钢带的厚度与宽度公差（极限偏差）(mm)

材料厚度	材料厚度公差		钢带宽度	宽度公差				钢带长度		
	普通	较高		切边钢带		不切边钢带				
				普通	较高	普通	较高			
0.20, 0.25	-0.03	-0.02	30, 35, …,	宽度 ≤100	宽度 ≤100	宽度≤50 时 为±2.5	宽度≤50 时 为-1.5	一般不应 短于 10m		
0.30	-0.04	-0.03	100, 间隔 5	时为-0.4 宽	时为-0.2 宽					
0.35, 0.40	-0.04	-0.03		度>100 时	度>100 时					
0.45, 0.50	-0.05	-0.04		为-0.5	为-0.3					
0.55, 0.60	-0.05	-0.04		宽 度 <100	宽 度 <100					
0.65, 0.70				时为-0.5 宽	时为-0.3 宽					
0.75, 0.80	-0.07	-0.05		度>100 时	度>100 时	宽度>50 时 为±3.5	宽度>50 时 为-2.5	最短允许 在 5m 以 上		
0.85, 0.90				为-0.6	为-0.4					
0.95, 1.00										
1.05, 1.10				-0.09	-0.06				—	—
1.15, 1.20										
1.25, 1.30										
1.35, 1.40										
1.45, 1.50	-0.13	-0.10	50, 55, …, 200, 间隔 5							
1.60, 1.70				—	—					
1.75, 1.80										
1.90, 2.00										
2.10, 2.20										
2.30, 2.40										
2.50										
2.60, 2.70	-0.16	-0.12								
2.80, 2.90				—	—					
3.00										



附录 A3 模具工作零件的常用材料及热处理要求

模具类型		零件名称及使用条件	材料牌号	热处理硬度/HRC	
				凸模	凹模
冲裁模	1	冲裁料厚 $t \leq 3\text{mm}$ ，形状简单的凸模、凹模和凸凹模	T8A，T10A，9Mn2V	58~62	60~64
	2	冲裁料厚 $t \leq 3\text{mm}$ ，形状复杂或冲裁厚 $t > 3\text{mm}$ 的凸模、凹模和凸凹模	CrWMn，Cr6WV，9Mn2V，Cr12，Cr12MoV，GCr15	58~62	62~64
	3	要求高度耐磨的凸模、凹模和凸凹模，或生产量大、要求特长寿命的凸、凹模	W18Cr4V，120Cr4W2MoV	60~62	61~63
			65CrGMo3W2VNb（65Nb）	56~58	58~60
			YG15，YG20	—	
	4	材料加热冲裁时用凸、凹模	3Cr2W8，5CrNiMo，CrMnMo	48~52	
6Cr4Mo3Ni2WV（CG — 2）			51~53		
弯曲模	1	一般弯曲用的凸、凹模及镶块	T8A，T10A，9Mn2V	56~60	
	2	要求高度耐磨的凸、凹模及镶块；形状复杂的凸、凹模及镶块；冲压生产批量特大的凸、凹模及镶块	CrWMn，Cr6Wv，Cr12，Cr12MoV，GCr15	60~64	
	3	材料加热弯曲时用的凸、凹模及镶块	5CrNiMo，5CrNiTi，5CrMnMo	52~56	
拉深模	1	一般拉深用的凸模和凹模	T8A，T10A，9Mn2V	58~62	60~64
	2	要求耐磨的凹模和凸凹模，或冲压生产批量大、要求特长寿命的凸、凹模材料	Cr12，Cr12MoV，GCr15	60~62	62~64
			YG8，YG15	—	
	3	材料加热拉深用的凸模和凹模	5CrNiMo，5CrNiTi	52~56	

附录 A4 模具一般零件的常用材料及热处理要求

零件名称	使用情况	材料牌号	热处理硬度/HRC
上、下模板（座）	一般负载	HT200，HT250	—
	负载较大	HT250，Q235	—
	负载特大，受高速冲击	45	—
	用于滚动式导柱模架	QT400-18，ZG310-570	—
	用于大型模具	HT250，ZG310-570	—
模柄	压入式、旋入式和凸缘式	Q235	—
	浮动式模柄及球面垫块	45	43~48
导柱、导套	大量生产	20	58~62（渗碳）
	单件生产	T10A，9Mn2V	56~60
	用于滚动配合	Cr12，GCr15	62~64



续表

零件名称	使用情况	材料牌号	热处理硬度/HRC
垫块	一般用途	45	43~48
	单位压力大	T8A、9Mn2V	52~56
推板、顶板	一般用途	Q235	
	重要用途	45	43~48
推杆、顶杆	一般用途	45	43~48
	重要用途	C16WV、CrWMn	56~60
导正销	一般用途	T10A、9Mn2V	56 [^] — 62
	高耐磨	Cr12MoV	60~62
固定板、卸料板	—	Q235, 45	
定位板	—	45	43~48
	—	T8	52~56
导料板（导尺）	—	45	43~48
托料板	—	Q235	—
挡料销、定位销	—	45	43~48
废料切刀	—	T10A、9Mn2V	56~60
定距侧刀	—	T8A, T10A, 9Mn2V	56~60
侧压板	—	45	43~48
侧刀挡板	—	T8A	54~58
拉深模压边圈	—	T8A	54—58
斜楔、滑块	—	T8A、T10A	58~62
	—	45	43~48
限位圈（块）	—	45	43~48
弹簧	—	65Mn、60Si2MnA	40~48

附录 B1 J21 系列开式固定台压力机参数

技术规格	型号	J21-40	J21-63	J21-80	J21-100	J21-160	J21-200	J21-300
公称力	kN	400	630	800	1000	1600	2000	3000
公称力行程	mm	2.8	4	4	5	6	6	6
滑块行程	mm	80	120	120	130	140	145	150
行程次数	min-1	45	40	40	38	38	38	32
最大装模高度	mm	255	270	295	365	335	357	420
装模高度调节量	mm	65	80	80	100	100	100	100
喉深 Depth of throat	mm	250	290	310	380	380	400	400
工作台尺寸（前后×左右）	mm	460×720	540×840	570×920	710×1080	710×1160	750×1200	770×1400
滑块底面尺寸（前后×左右）	mm	260×300	290×330	340×400	360×430	360×430	380×500	450×600






续表

技术规格	型号	J21-40	J21-63	J21-80	J21-100	J21-160	J21-200	J21-300
模柄孔尺寸（直径/深度）	mm	φ50/70	φ50/70	φ60/70	φ60/85	φ60/90	φ60/90	φ60/90
工作台板厚度	mm	75	80	95	115	140	140	160
电机功率	kW	4	5.5	5.5	7.5	11	11	22

附录 B2 J23 系列开式可倾台压力机参数

技术规格	型号	J23-3.15	J23-6.3	J23-10	J23-16	J23-20	J23-25
公称力	kN	31.5	63	100	160	200	250
公称力行程	mm	1	1.5	1.5	1.5	2	2
滑块行程	mm	25	35	45	55	65	65
行程次数	min-1	200	170	145	125	125	60
最大装模高度	mm	80	110	135	170	190	205
装模高度调节量	mm	25	30	35	45	45	55
喉深 Dpth of throat	mm	90	110	130	160	180	200
工作台尺寸（前后×左右）	mm	160×250	200×310	240×376	300×460	330×510	370×570
滑块底面尺寸（前后×左右）	mm	90×100	120×140	150×170	180×200	180×220	220×250
模柄孔尺寸（直径/深度）	mm	φ25/40	φ30/55	φ30/55	φ40/60	φ40/60	φ40/60
工作台板厚度	mm	40	40	45	50	50	65
电机功率	kW	0.75	0.75	1.1	1.5	1.5	2.2
床身最大倾斜角度	deg	45°	45°	35°	35°	35°	30°

附录 C1 弹簧负载及压缩比

<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>							
黄色		蓝色		红色		绿色	
弹簧种类	D	30 万回		50 万回		100 万回	
		负载 kgf (N)	最大压缩比	负载 kgf (N)	最大压缩比	负载 kgf (N)	最大压缩比
黄色 TF	8	8 (78.5)	50%	7 (68.6)	45%	6 (58.8)	40%
	10	10 (98.1)		9 (88.3)		8 (78.5)	
	12	14 (137.3)		12.5 (122.6)		11 (107.9)	



续表

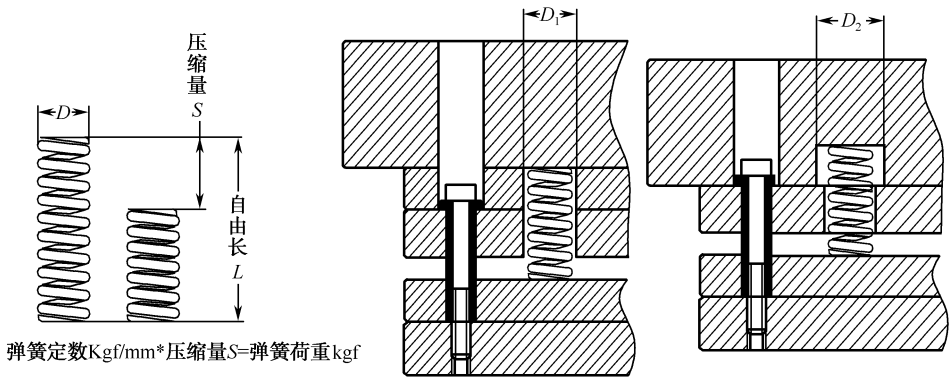
<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>							
<div><div>黄色</div><div>蓝色</div><div>红色</div><div>绿色</div><div>茶色</div></div>							
弹簧 种类	D	30 万回		50 万回		100 万回	
		负载 kgf (N)	最大压缩比	负载 kgf (N)	最大压缩比	负载 kgf (N)	最大压缩比
蓝色 TL	8	10 (98.1)	40%	9 (88.3)	36%	8 (78.5)	32%
	10	14.5 (142.2)		13 (127.5)		11.5 (112.8)	
	12	21 (2.6)		19 (186.3)		17 (166.7)	
红色 TM	8	14 (137.3)	32%	12.5 (122.6)	28%	8 (78.5)	25%
	10	18 (176.5)		18 (176.5)		16 (156.9)	
	12	26 (255)		26 (255)		23 (226)	
绿色 TH	20	120 (1177)	24%	108 (1059)	21%	96 (941)	19%
	22	145 (1422)		130 (1275)		116 (1138)	
	25	187 (1834)		169 (1657)		150 (1471)	
	27	219 (2150)		197 (1932)		175 (1716)	
	30	270 (2550)		243 (2380)		216 (2120)	
茶色 TB	20	160 (1569)	20%	144 (1412)	18%	128 (1255)	16%
	22	145 (1422)		130 (1275)		116 (1138)	
	25	245 (2400)		221 (2170)		196 (1922)	
	27	290 (2840)		261 (2560)		232 (2280)	
	30	360 (3530)		324 (3180)		288 (2820)	

附录 C2 弹簧规格

弹簧外径 D		$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 18$	$\phi 20$	$\phi 22$	$\phi 25$	$\phi 30$	$\phi 35$	$\phi 40$	$\phi 50$
过孔直径 D_1		$\phi 8.5$	$\phi 10.5$	$\phi 12.5$	$\phi 14.5$	$\phi 17.0$	$\phi 19.0$	$\phi 21.0$	$\phi 23.0$	$\phi 26.0$	$\phi 32.0$	$\phi 37.0$	$\phi 42.0$	$\phi 52.0$
上模座沉孔 直径 D_2		$\phi 12.0$	$\phi 14.0$	$\phi 16.0$	$\phi 18.0$	$\phi 20.0$	$\phi 23.0$	$\phi 26.0$	$\phi 26.0$	$\phi 30.0$	$\phi 35.0$	$\phi 40.0$	$\phi 45.0$	$\phi 55.0$
长 度 L	弹簧 TF (黄)	×	20~80	20~80	25~90	25~100	25~100	25~125	×	25~150	25~175	40~200	50~250	60~300
	弹簧 TL (蓝)	×	20~80	20~80	25~90	25~100	25~100	25~125	×	25~150	25~175	40~200	50~250	60~300

弹簧外径 D		$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 18$	$\phi 20$	$\phi 22$	$\phi 25$	$\phi 30$	$\phi 35$	$\phi 40$	$\phi 50$
过孔直径 D_1		$\phi 8.5$	$\phi 10.5$	$\phi 12.5$	$\phi 14.5$	$\phi 17.0$	$\phi 19.0$	$\phi 21.0$	$\phi 23.0$	$\phi 26.0$	$\phi 32.0$	$\phi 37.0$	$\phi 42.0$	$\phi 52.0$
上模座沉孔直径 D_2		$\phi 12.0$	$\phi 14.0$	$\phi 16.0$	$\phi 18.0$	$\phi 20.0$	$\phi 23.0$	$\phi 26.0$	$\phi 26.0$	$\phi 30.0$	$\phi 35.0$	$\phi 40.0$	$\phi 45.0$	$\phi 55.0$
长度 L	弹簧 TM (红)	15~60	20~60	20~60	25~70	25~80	25~90	25~100	25~125	25~125	25~175	45~200	50~250	60~300
	弹簧 TH (绿)	15~60	20~60	20~60	25~70	25~80	25~90	25~100	25~125	25~125	25~175	40~200	50~250	60~300
	弹簧 TB (棕)	15~60	20~80	20~80	25~90	25~100	25~100	25~100	25~125	25~125	25~175	40~200	50~250	60~300

- 注：1. 弹簧外径系列： $\phi 8, \phi 10, \phi 12, \phi 14, \phi 16, \phi 18, \phi 20, \phi 22, \phi 25, \phi 30, \phi 35, \phi 40, \phi 50$ 等。
2. 弹簧长度： $15 \leq L \leq 80\text{MM}$ 时，每 5MM 为一个阶； $80 \leq L \leq 100\text{MM}$ 时，每 10MM 为一个阶； $L \geq 100\text{MM}$ 时，每 25MM 为一个阶。
3. 弹簧内径等于弹簧外径的二分之一。
4. 直径 $\geq \phi 25.0\text{mm}$ 时，过孔取单边大 1.0mm，如 $\phi 30.0\text{mm}$ 的弹簧，在模板的过孔为 $\phi 32.0\text{mm}$ 。
5. 直径 $< \phi 25.0\text{mm}$ 时，过孔取单边大 0.5mm，如 $\phi 20.0\text{mm}$ 的弹簧，在模板的过孔为 $\phi 21.0\text{mm}$ 。
6. 弹簧过（沉）孔位置尺寸可不用标注；直径尺寸则在注解处说明，精确到小数点后一位



附录 C3 常用圆形优力胶 规格

UA 无孔	外径	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
	长度	300	300	300 500	300 500	300 500	300 500	300 500	300 500	300 500	300 500	300 500	300 500	300 500	300 500
UB 有孔	外径	—	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
	内径	—	6.5	8	8	8	8	8	8	8	18	18	20	25	30
				8.5	11	12	12	12	12	12					
	长度	—	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

注：市场上还有矩形截面的优力胶棒，可根据需要加工成需要的轮廓形状



附录 D1 标准公差数值（GB/T 1800.4—1998）

基本尺寸		公差值														
		IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	到	μm								mm						
-1	3	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4
3	6	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2
10	18	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7
18	30	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3
30	50	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.5	3.9
50	80	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6
80	120	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4
120	180	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3
180	250	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2
250	315	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1
315	400	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9
400	500	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7
注：基本尺寸小于 1mm 时，无 IT14 至 IT18																

附录 D2 冲压零件常用公差、配合

配合零件名称	精度及配合	配合零件名称	精度及配合
导柱与下模座	$\frac{H7}{r6}$	固定挡料销与凹模	$\frac{H7}{n6}$ 或 $\frac{H7}{m6}$
导套与上模座	$\frac{H7}{r6}$	活动挡料销与卸料板	$\frac{H9}{h8}$ 、 $\frac{H9}{h9}$
导柱与导套	$\frac{H6}{h5}$ 或 $\frac{H7}{h6}$ 、 $\frac{H7}{f7}$	圆柱销与凸模固定板、上下模座等	$\frac{H7}{n6}$
模柄（带法兰盘）与上模座	$\frac{H8}{h8}$ 、 $\frac{H9}{h9}$	螺钉与过孔	0.5 或 1mm（单边）
		卸料板与凸模或凸凹模	0.1~0.5mm（单边）
凸模与凸模固定板	$\frac{H7}{m6}$ 、 $\frac{H7}{k6}$	顶件板与凹模	0.1~0.5mm（单边）
		推杆（打杆）与模柄	0.5~1mm（单边）
凸模（凹模）与上、下模座（镶入式）	$\frac{H7}{h6}$	推销（顶销）与凸模固定板	0.2~0.5mm（单边）

附录 D3 常用配合的极限偏差 (GB/T 1800.4—1990) (μm)

基本尺寸		孔公差带				轴公差带																
		H				h				k		m		n		p		r		s		u
大于	至	6	7	8	9	5	6	7	8	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6
—	3	+6	+10	+14	+25	0	0	0	0	+6	+10	+8	+12	+10	+14	+12	+16	+20	+24	+20	+24	+24
		0	0	0	0	-4	-6	-10	-14	0	0	+2	+2	+4	+4	+6	+6	+10	+10	+14	+14	+18
3	6	+8	+12	+18	+30	0	0	0	0	+9	+13	+12	+16	+16	+20	+20	+24	+27	+27	+27	+31	+31
		0	0	0	0	-5	-8	-12	-18	+1	+1	+4	+4	+8	+8	+12	+12	+15	+15	+19	+19	+23
6	10	+9	+15	+22	+36	0	0	0	0	+10	+16	+15	+21	+19	+25	+24	+30	+34	+34	+32	+36	+37
		0	0	0	0	-6	-9	-15	-22	+1	+1	+6	+6	+10	+10	+15	+15	+19	+19	+23	+23	+38
10	18	+11	+18	+27	+43	0	0	0	0	+12	+19	+18	+25	+23	+30	+29	+36	+41	+41	+39	+46	+44
		0	0	0	0	-8	-11	-18	-27	+1	+1	+7	+7	+12	+12	+18	+18	+23	+23	+28	+28	+33
18	24	+13	+21	+33	+52	0	0	0	0	+15	+23	+21	+29	+28	+36	+35	+43	+49	+49	+48	+56	+54
		0	0	0	0	-9	-13	-21	-33	+2	+2	+8	+8	+15	+15	+22	+22	+28	+28	+35	+35	+41
24	30	0	0	0	0	-9	-13	-21	-33	+2	+2	+8	+8	+15	+15	+22	+22	+28	+28	+35	+35	+61
																						+48
30	40	+16	+25	+39	+62	0	0	0	0	+18	+27	+25	+34	+33	+42	+42	+51	+59	+59	+59	+68	+76
		0	0	0	0	-11	-16	-25	-39	+2	+2	+9	+9	+17	+17	+26	+26	+34	+34	+43	+43	+60
40	50	0	0	0	0	-11	-16	-25	-39	+2	+2	+9	+9	+17	+17	+26	+26	+34	+34	+43	+43	+86
																						+70



续表


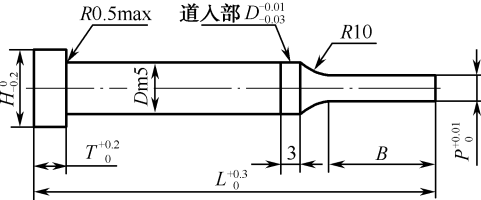
基本尺寸		孔公差带				轴公差带																
		H				h				k		m		n		p		r		s		u
大于	至	6	7	8	9	5	6	7	8	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6
50	65	+19	+30	+46	+74	0	0	0	0	+21	+32	+30	+41	+39	+50	+51	+62	+60	+71	+72	+83	+106
	65	0	0	0	0	-13	-19	-30	-46	+2	+2	+11	+11	+20	+20	+32	+32	+62	+73	+78	+89	+121
80	100	+22	+35	+54	+87	0	0	0	0	+25	+38	+35	+48	+45	+58	+59	+72	+73	+86	+93	+106	+146
100	120	0	0	0	0	-15	-22	-35	-54	+3	+3	+13	+13	+23	+23	+37	+37	+76	+89	+101	+114	+166
120	140	+25	+40	+63	+100	0	0	0	0	+28	+43	+40	+55	+52	+67	+68	+83	+88	+103	+117	+132	+195
		0	0	0	0	-18	-25	-40	-63	+3	+3	+15	+15	+27	+27	+43	+43	+63	+63	+92	+92	+170

附录 D4 冲压模零件表面粗糙度

使用范围	表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	原光洁度等级
粗糙的、不重要的表面（如下模座的漏料孔）	12.5, 25	$\nabla 3$
不与冲压制件及模具零件相接触的表面	6.3, 12.5	$\nabla 4$
1. 无特殊要求（不磨加工）的支承、定位和紧固表面—用于非热处理的零件；2. 模座平面	3.2, 6.3	$\nabla 5$
1. 内孔表面—在非热处理零件上配合用；2. 模座平面	1.6, 3.2	$\nabla 3$
1. 成形的凸模和凹模刃口，凸模凹模镶块的接合面；2. 过盈配合和过渡配合的表面—用于热处理的零件；3. 支承定位和紧固表面—用于热处理的零件；4. 磨加工的基准面；要求准确的工艺基准表面	0.8, 1.6	$\nabla 7$
1. 压弯、拉深、成形的凸模和凹模工作表面；2. 圆柱表面和平面的刃口；3. 滑动和精确导向的表面	0.4, 0.8	$\nabla 8$
抛光的成形面及平面	0.2, 0.4	$\nabla 10$
抛光的旋转表面	0.1, 0.2	$\nabla 11$

注：在有利于加工又不影响使用时，可按照表面粗糙度数值中后一个数值加工；当表面要求较高时，按照前一个数值加工

附录 E1 A 型凸模

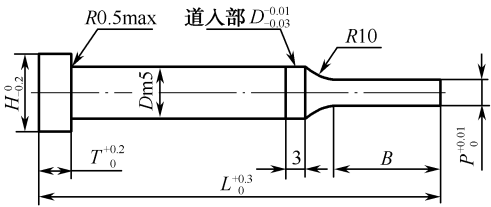
标记示例： 冲头类型 D—P×L

A D 6—4.0×50

H	T	D	P	B	L							
					40	50	60	70	80	90	100	
5	5	3	1.0~1.5	6	*	*	*	*	*	—	—	
			1.6~1.9	8								
			2.0~2.9	10								
6		4	1.0~1.5	6	*	*	*	*	*	—	—	
			1.6~1.9	8								
			2.0~2.9	10								
			3.0~3.9	12								
7		5	2.0~2.9	10	*	*	*	*	*	—	—	
			3.0~3.9	12								
			4.0~4.9	13								
8		6	2.0~2.9	10	*	*	*	*	*	—	—	
			3.0~3.9	12								
			4.0~4.9	13								
			5.0~5.9	15								



续表



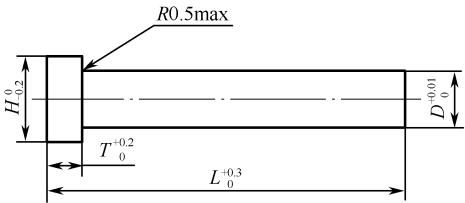
标记示例：冲头类型 $\boxed{D-P \times L}$

A D 6—4.0×50

H	T	D	P	B	L						
					40	50	60	70	80	90	100
10	—	8	3.0~3.9	12	*	*	*	*	*	*	*
			4.0~4.9	13							
			5.0~7.9	15							
13		10	4.0~4.9	12	*	*	*	*	*	*	*
			5.0~5.9	13							
			6.0~9.9	15							
16		13	8.0~12.9	15	*	*	*	*	*	*	*
19		16	10.0~15.9	15							
22		19	13.0~18.9	15							
24		21	15.0~20.9	15							
28		25	19, 0~24.9	15							

注：1. 材质 SKD-11；硬度 60~62HRC
2. 表文 “*” 号表示该长度为标准长度系列。可直接选购，不需特别订购

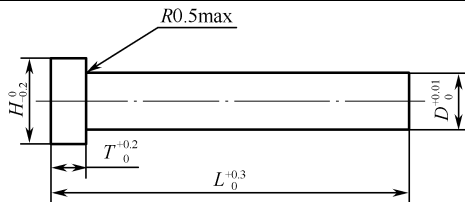
附录 E2 B 型凸模



标记示例：冲头类型 $\boxed{D \times L}$

HD 5.0×60

H	T	D	L						
			40	50	60	70	80	90	100
1.6	5	1	*	*	*	*	*	—	—
2		1.5							
4		2							
4.5		2.5							



标记示例：冲头类型 $\square \times \square$

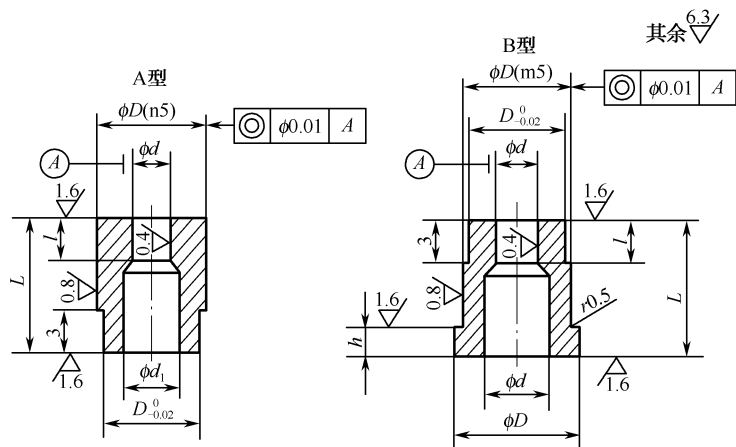
HD 5.0×60

H	T	D	L						
			40	50	60	70	80	90	100
5	5	3							
5.5		3.5	*	*	*	*	*	—	—
6		4							
6.5		4.5	*	*	*	*	*	*	*
7		5							
7.5		5.5	*	*	*	*	*	*	*
8		6							
8.5		6.5	*	*	*	*	*	*	*
10		7							
11		8	*	*	*	*	*	*	*
12		9							
13		10	*	*	*	*	*	*	*
14		11							
15		12	*	*	*	*	*	*	*
16		13							
17		14	*	*	*	*	*	*	*
18		15							
19	5	16	—	*	*	*	*	*	*
21		18							
23		20	*	*	*	*	*	*	*
28		25							

注：材质 SKD-11；硬度 60~62HRC



附录 E3 圆凹模 (JB/T 5830—1991)



材料和硬度: T10A、9Mn2V、Cr12、Cr6WV;

热处理硬度: 60~62HRC;

技术条件: 按 JB/T7653—1994 的规定;

标记示例:

外径 $D=5\text{mm}$, 内径 $d=1\text{mm}$, 总长度 $L=16\text{mm}$, 刃口长度 $l=2\text{mm}$, 材料为 T10A 的 A 型圆凹模:

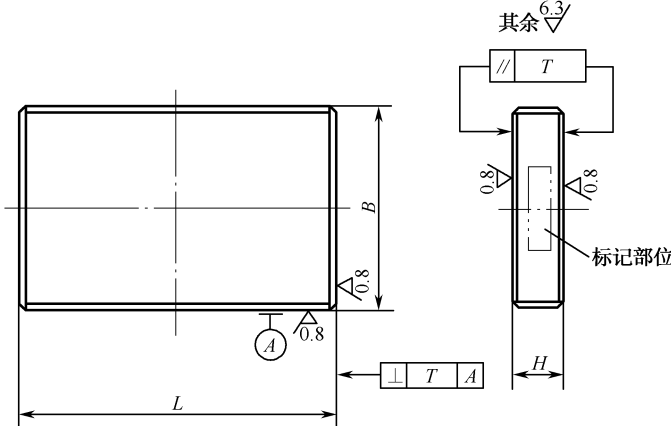
圆凹模 A5×16×2-T10A JB/T5830

D	d (H8)	$L_0^{+0.5}$	$D_{1-0.25}^0$	$h_{0}^{+0.25}$	l			d_1 max	
					选择				
					min	标准值	max		
5	1, 1.1, 1.2, ..., 2.4	12~25	8	3	—	2	4	2.8	
6	1.6, 1.7, 1.8, ...,		9			3		3.5	
8	2, 2.1, 2.2, ..., 3.5	12~23	11			4	5	4.0	
10	3, 3.1, 3.2, , ...,		13			8	5.8		
13	4, 4.1, 4.2, ..., 7.2	20~40	16	5			8	12	8.0
16	6, 6.1, 6.2, ..., 8.8		19						9.5
20	7.5, 7.6, 7.7, ...,		24		12.0				
25	11, 11.1, 11.2, ...,		29		17.0				
32	15, 15.1, 15.2, ...,		36		20.7				
40	18, 18.1, 18.2, ...,		44	27.7					
50	26, 26.1, 26.2, ...,			54					37.0

注: 1. L 系列值: 12, 16, 20, 25, 32, 40;

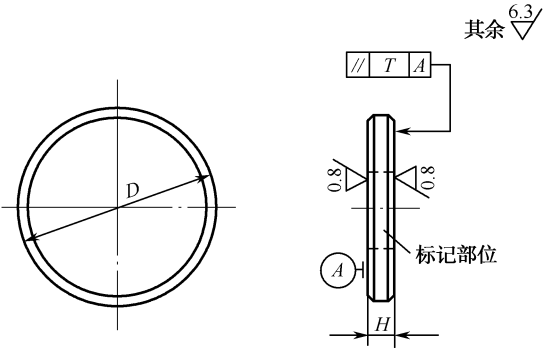
2. d 的增量为 0.1mm

附录 F1 矩形模板

<div><div></div><div><p>矩形凹模板（JB/T 7643.1—1994）； 矩形固定板（JB/T 7643.2—1994）； 矩形垫板（JB/T 7643.3—1994）（矩形垫板长（L）、宽（B）相临两侧面无垂直要求）</p></div></div>									
<p>材料：凹模板：T10A、Cr12、Cr6WV、9Mn2V、Cr12MoV、9CrSi、CrWMn；固定板：45、Q235-A·F；垫板：45、T8A。</p> <p>技术条件：按 JB/T 7653—1994 的规定。</p> <p>标记示例：</p> <p>（1）长度 $L=125\text{mm}$、宽度 $B=100\text{mm}$、厚度 $H=20\text{mm}$、材料为 T10A 的矩形凹模板： 凹模板 125×100×20T10A JB/T 7643.1。</p> <p>（2）长度 $L=125\text{mm}$、宽度 $B=100\text{mm}$、厚度 $H=20\text{mm}$、材料为 45 号钢的矩形固定板（或矩形垫板）： 固定板（或垫板） 125×100×20 45 号钢 JB/T 7643.2（或 JB/T 7643.3）</p>									
L	B	H （选用尺寸）			L	B	H （选用尺寸）		
		凹模板	固定板	垫板			凹模板	固定板	垫板
63	50	10~20	10~28	6	160	160	16~32	16~45	8, 10
63	63	—	—		200		18~36	20~45	8, 1012
80		12~22*	12~32		250		20~28	20~40	10, 12, 16
100		—	—		500		18~36	16~36	8, 10
80	80	—	10~36	8, 10	200	200	20~45	20~32	
100		—	—		250		22~32	24~40	
125		—	12~32		315		20~40	16~36	10, 12
250		16~22	16~32		630		22~45	16~45	
315	100	—	—	6	250	250	20~36	20~40	—
100		12~22	12~40	6, 8	315		22~40	20~40	
125		14~25	—		400		25~45	24~36	
160		16~28	16~40		315	315	28~45	28~45	
200		16~32	—	8, 10, 12	400		22~40	24~40	
315		18~25	—		500		25~45	28~40	
400	125	—	20~40	6, 8	630	400	28~45	32~45	
125		14~25	14~25		400		—	—	—
160		14~28	16~40		500		—	—	
200		—	16~45		630		—	—	
250		16~32	—		—	—	—	—	
355		16~25	16~40	8, 10, 12	—	—	—	—	—



附录 F2 圆形模板



圆形凹模板（JB/T 7643.4—1994）；
圆形固定板（JB/T 7643.5—1994）；
圆形垫板（JB/T 7643.6—1994）。

材料：凹模板：T10A、Cr12、Cr6WV、9Mn2V、Cr12MoV、9CrSi、CrWMn；
固定板：45、Q235-A·F；
垫板：45、T8A。

技术条件：按 JB/T7653—1994 的规定。

标记示例：

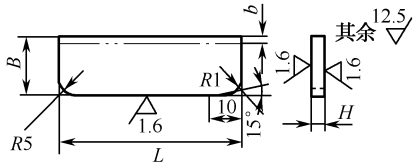
- （1）直径 $D=100\text{mm}$ 、厚度 $H=20\text{ mm}$ 、材料为 T10A 的圆形凹模板：
凹模板 100×20 T10A JB/T 7643.4。
- （2）直径 $D=100\text{ mm}$ 、厚度 $H=20\text{ mm}$ 、材料为 45 钢的圆形固定板。
固定板 100×20 45 钢 JB/T 7643.5。
- （3）直径 $D=100\text{mm}$ 、厚度 $H=6\text{mm}$ 、材料为 45 钢的圆形垫板：
垫板 100×6 45 钢 JB/T 7643.6

D	H（选用尺寸）		
	凹模板	固定板	垫板
63	10~20	10~25	6
80	12~22	10~36	
100		12~40	
125	14~25		6， 8
160	16~32	16~45	8， 10
200	18~26	16~36	
250	20~40		10， 12
315	20~45		—

注：H 系列数值：

凹模板：10， 12， 14， 16， 18， 20， 22， 25， 28， 32， 36， 40， 45；
固定板：10， 12， 16， 20， 25， 32， 36， 40， 45

附录 G1 导料板 (JB/T7648.5—1994) mm

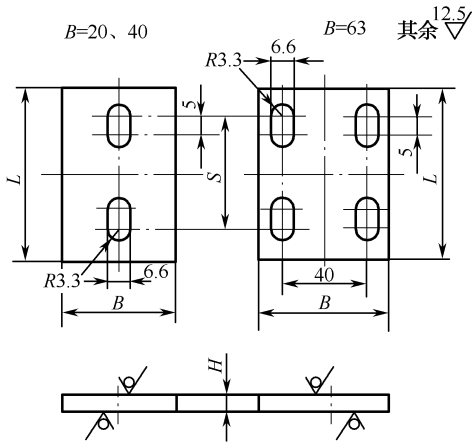


材料: 45 钢, 调质 28~32HRC;
标记示例:
长度 $L=100\text{mm}$, 宽度 $B=32\text{mm}$, 厚度
 $H=8\text{mm}$ 的导料板:
导料板 100×32×8 JB/T7648.5

B	L (选用尺寸)	H	B	L (选用尺寸)	H
16	50, 63, 71	4, 6	40	315, 400	8, 10, 12
20	50~160		45	100~400	
25	80~315	6, 8	50	125~400	10, 12, 15
32, 36	80~160		56	200~400	
	200	6, 8, 10	63	200, 250	12, 16
	250, 315	8, 10		315	
40	100~200	6, 8, 10		400	10, 12, 16
	250	8, 10	71	250, 400	12, 16, 18

注: 1. L 系列数值: 50, 63, 71, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 215, 400;
2. b 是设计修正量

附录 G2 承料板



材料: Q235-A · F 钢;
技术条件: 按 JB/T 7653—1994 的规定;
标记示例:
长度 $L=100\text{mm}$, 宽度 $B=40\text{mm}$ 的承料板:
承料板 100×40 JB/T7648.6

L	B	H	S
50, 63, 80	20	2	L-15
100, 125			
100, 125			
160	40	3	140
200, 250			L-25
160			140
200	63	4	225
250			175
315			285



附录 H1 固定挡料销

A型

B型

其余 $\sqrt{6.3}$

$D > 6$

材料：45 钢，热处理硬度 43~48HRC；

技术条件：按 JB/T 7653—1994 的规定。

标记示例：

直径 $d=10\text{mm}$ 的 A 型固定挡料销：

固定挡料销 A10 JB/T7649.10

D (h11)		d (m6)		h	L
基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差		
6	0 -0.075	3	+0.008 +0.002	3	8
8	0 -0.090	4	+0.012 +0.004	2	10
10			3	13	
16	0 -0.110	8 10	+0.015 +0.006	3	13
20			16		
25	0 -0.130	12	+0.018 +0.007	4	20

附录 H2 始用挡料装置（JB/T 7649.1—1994）

基本尺寸		零件号、名称、标准号、数量几规格		
		1	2	3
L	H	始用挡料销块 JB/T 7649.1	弹簧 GB/T 2089	弹簧芯柱 GB/T 7649.2
		数量各 1		
36~45	4	(36~45) ×4	0.5×6×20	4×16
36~71	6	(36~71) ×6	0.8×8×20	6×16
45~71	8	(45~71) ×8		
50~80	10	(50~80) ×10		
50~90	12	(50~90) ×12	1.0×10×20	8×18
80, 90	16	(80, 90) ×16		

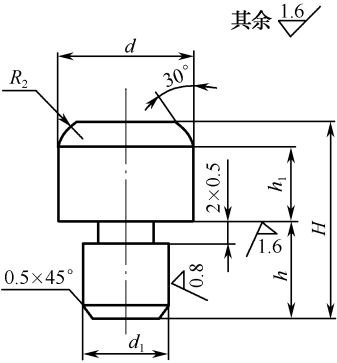
注：1. 系列数值：36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90

2. 使用挡料块规格为 $L \times H$

标记示例：长度 $L=45\text{mm}$ ，厚度 $H=8\text{mm}$ 的使用挡料装置：

使用挡料装置 45×8 JB/T 7649.1

附录 H3 弹簧芯柱 (JB/T7649.2—1994)

	d_1 (r6)		H	h	h_1
	基本尺寸	极限偏差			
4	3	+0.016 +0.010	16	6	6
6	4	+0.023			
8	6	+0.015	18	8	8
10			20		
12	8	+0.028	25	10	10
16, 20	10	+0.019	30	12	12
25	12	+0.034	40	16	16
32, 40	16	+0.023	45	20	20

标记示例：直径 $d=40$ 的弹簧芯柱：
弹簧芯柱 20 JB/T7649.2 材料：Q235-A · F；
技术条件：按 JB/T7653

附录 H4 始用挡料销块 (GB2866.1—81)

The diagram illustrates the dimensions and surface finish requirements for a start-use stop block. The front view shows a block with a total length L , a base width B , and a height H . The top surface has a surface finish of $6.3 \mu\text{m}$ (indicated by a triangle with '6.3'). The side view shows a block with a total length L , a base width B , and a height H . The side view also shows a surface finish of $6.3 \mu\text{m}$ on the top surface. The front view shows a block with a total length L , a base width B , and a height H . The front view also shows a surface finish of $6.3 \mu\text{m}$ on the top surface. The side view shows a block with a total length L , a base width B , and a height H . The side view also shows a surface finish of $6.3 \mu\text{m}$ on the top surface.

标记示例：长度 $L=45\text{mm}$ ，厚度 $H=8\text{mm}$ 的始用挡料块：

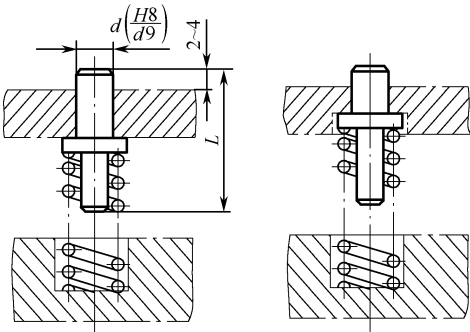
挡料块 45×8GB 2866.1—81

L	B (f9)		H (c12)		H_1 (f9)		d (H7)		
	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	
36~45	6	-0.010	4	-0.070	2	-0.006	3	+0.010	
36~71		-0.040	6	-0.0190	3	-0.031	4	+0.012 0	
45~71	8	-0.013	8	-0.080	4	-0.010			
50~80	10	-0.049	10	-0.032	5	-0.040	6		
50~90	12	-0.016	12	-0.095	6	-0.013			
80, 90	16	-0.059	16	-0.275	8	-0.049			

注： L 系列数值：36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90

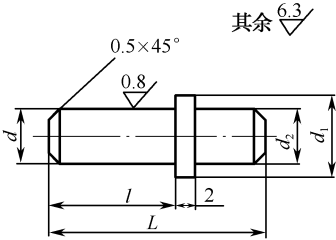


附录 H5 弹簧弹顶挡料装置（JB/T7649.5—1994）



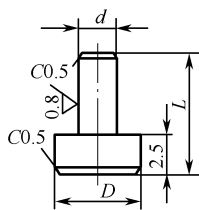
标记示例：
直径 $d=6\text{mm}$ ，长度 $L=22\text{mm}$ 的弹簧弹顶挡料装置：
弹簧弹顶挡料装置 6×22 JB/T 7649.5

d (d9)		d_1	d_2	L	l	弹簧规格 GB/T2089
基本尺寸	极限偏差					
4	-0.030 -0.060	6	3.5	18, 20	L-8	0.5×6×20
6		8	5.5	20, 22 24, 26	L-10	0.8×8×20 0.8×8×30
8	-0.040 -0.070	10	7	24, 26, 28, 30	L-12	1×10×30
10		12	8	26, 28, 30, 32		1.6×16×40
12	-0.050 -0.093	14	10	34, 36, 40		1.6×16×40
16		18	14	36, 40 50	L-15	2×20×40
20	-0.065 -0.117	23	15	50 55, 60		
						2×20×50



材料：45 钢，热处理硬度 43~48HRC。
技术条件：按 JB/T 7653—1994 的规定。
标记示例：
直径 $d=6\text{mm}$ ，长度 $L=22\text{mm}$ 的弹簧弹顶挡料销：
弹簧弹顶挡料销 6×22 JB/T7649.5。

附录 H6 活动挡料销（JB/T7649.9—1994）

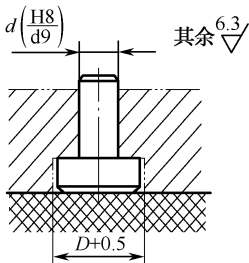


材料：45 钢，热处理硬度 43~48HRC；
技术条件：按 JB/T 7653—1994 的规定。
标记示例：

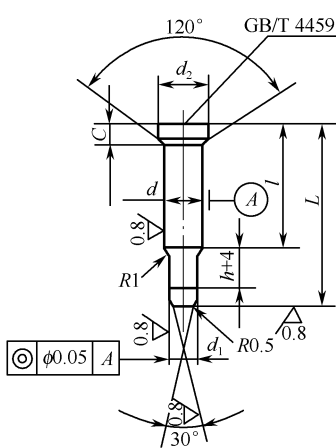
直径 $d=6\text{mm}$ ，长度 $L=14\text{mm}$ 的活动挡料销：
活动挡料销 6×14 JB/T 7649.9

d (d9)		D	L
基本尺寸	极限尺寸		
3	-0.020 -0.045	6	8~16 (增量 2)
4	-0.030	8	8~18 (增量 2)
6	-0.060	10	8, 12~20 (增量 2)
8	-0.040	14	10, 16~24 (增量 2)
10	-0.076	16	16, 20

应用示例：



附录 I1 A 型导正销（JB/T 7642.1—1994）(mm)



d (h6)		d_1 (h6)	d_2	C	L	l
基本尺寸	极限偏差					
5	0	0.99~4.9	8	2	25	16
6	-0.008	1.5~5.9	9		32	20
8	0	2.4~7.9	11	3	36	25
10	-0.009	3.9~9.9	13		40	32
13	0	4.9~11.9	16			
16	-0.011	7.9~15.9	19			

注：h 尺寸设计时确定

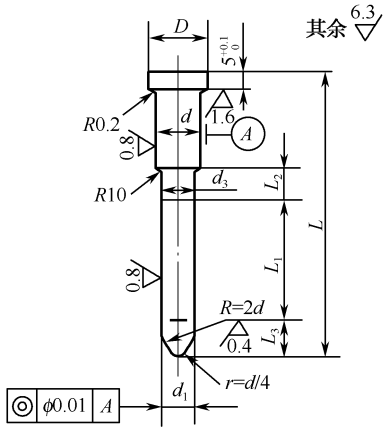
材料：T8A，热处理硬度 50~54HRC。
技术条件：按 JB/T 7653—1994 的规定。
标记示例：

杆直径 $d=6\text{mm}$ ，导正部分直径 $d_1=2\text{mm}$ ，长度 $L=32\text{mm}$ 的 A 型导正销：
A 型导正销 6×2×32 JB/T 7647.1



附录 I2 B 型导正销 (JB/T7642.1—1994)

(mm)



d (h6)		d ₁ (h6)	D	L (选用尺寸)
基本尺寸	极限偏差			
5	0	0.99~4.9	8	56~90
6	-0.008	1.5~5.9	9	56~100
8	0	2.4~7.9	11	
10	-0.009	3.9~9.9	13	
13	0	4.9~11.9	16	
16	-0.011	7.9~16.9	19	
20	0	11.9~19.9	24	
25	-0.013	15.0~24.9	16	
32	0	19.9~31.9	36	
	-0.016			

注：1. L 系列数值：56，63，71，80，90，100；
2. L1、L2、L3、d3 尺寸和头型由设计时决定

材料： 9Mn2V，热处理硬度 52~56HRC。

技术条件：按 JB/T 7653—1994 的规定。

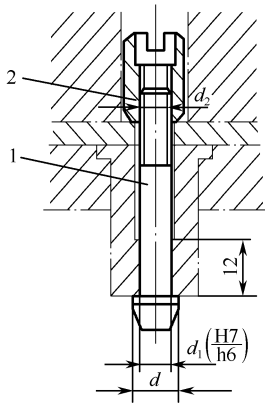
标记示例：

杆直径 d=8mm，导正部分直径 d₁=6mm，长度 L=63mm 的 b 型导正销；

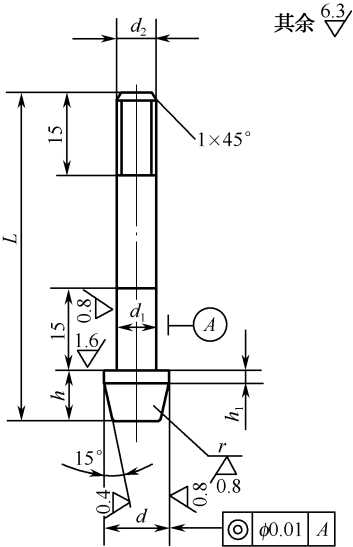
B 型导正销 8×6×63 JB/T 7647.2

附录 I3 C 型导正销 (JB/T7642.3—1994)

(mm)



基本尺寸		零件件号、名称、标准编号、数量及编号	
d	d ₁	1	2
		导正销 JB/T 7647.3	长螺母 JB/T 7647.3
		数量各 1	
4~6	4	4~6	M4
>6~8	5	>6~8	M5
>8~10	6	>8~10	M6
>10~12		>10~12	
标记示例：			
杆直径 d=6.2mm， 的 C 型导正销： C 型导正销 6.2 JB/T 7647.3			

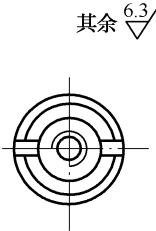
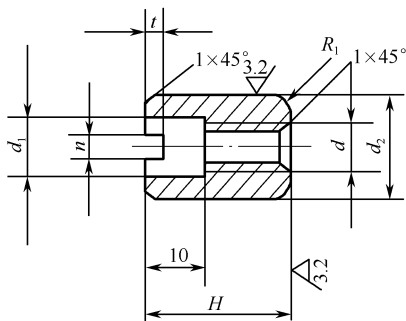


d (h6)		d_1 (h6)		d_2	h	r	L (选用尺寸)
基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差				
4~6	0 -0.008	4		M4	4	1	71~112
>6~8	0	5		M5	5	1	71~125
>8~10	-0.009	6		M6		2	
>10~12	0 -0.011						

注：1. L 系列数值：71，80，90，100，112，125；
2. h₁ 的尺寸由设计时决定

材料：9Mn2V，热处理硬度 52~56HRC。
技术条件：按 JB/T 7653—1994 的规定。
标记示例：

杆直径 d=6.2mm 的导正销：导正销 6.2 JB/T7647.3



材料：45 钢，热处理硬度 43~48HRC。
技术条件：按 JB/T 7653—1994 的规定。
标记示例：
杆直径 d=M5 的长螺母：长螺母 M5 JB/T 7647.3

d	d ₁	d ₂	n	t	H
M4	4.5	8	1.2	2.5	16
M5	5.5	9			18
M6	6.5	11	1.5	3	20



附录 I4 D 型导正销 (mm)

其余 $\sqrt[6.3]{}$

材料: 9Mn2V, 热处理硬度 52~56HRC。

技术条件: 按 JB/T 7653—1994。

标记示例: 直径 $d=20\text{mm}$, 高度 $H=16\text{mm}$ 的 D 型导正销。

D 型导正销 20×16 JB/T 7647.4。

d (h6)		d_1 (h6)		d_2	d_3	H	h	h_1	R
基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差						
12~14	0	10	0	M6	7	14	8	4	2
>14~18	-0.011	12	-0.009	M8	9	16		6	
>18~22	0 -0.013	14	0 -0.011	M10	16	20		7	
.22~26		16		10	22	12	8	3	
>26~30		18			26				
>30~40	0	22	0	M12	19	28			
>40~50	-0.016	26	-0.013						

注: h_2 由尺寸设计时确定。

附录 J1 顶板 (JB/T 7650.4—1994) (mm)

其余 $\sqrt[6.3]{}$

材料: 45 钢, 热处理硬度 43~48HRC。

技术条件: 按 JB/T 7653—1994 的规定。

标记示例:

直径 $D=40\text{mm}$ 的 A 型顶板;

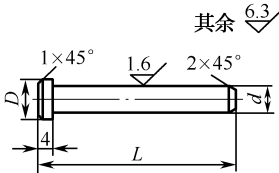
顶板: A40 JB/T 7650.4。

D	d	R	r	H	b
20				4	8
25	15	4	3	5	
32	16				
35	18				
40	20	5	4	6	10
50	25	6	5	7	12
63	30			9	
71					
80					
90	32	8	6		16
100	35	9	7	12	18
125	42				
160	55			11	
200	70	12	9	18	24

附录 J2 带肩推杆（JB/T7650.1-1994）

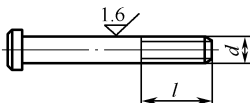
A型

其余 6.3



B型

1.6



材料：45 钢，热处理硬度 43~48HRC。

技术条件：按 JB/T 7653—1994 的规定。

标记示例：

直径 $d=8\text{mm}$ ，长度 $L=90\text{mm}$ ，的带肩推杆。

推杆：A8×90 JB/T7650.1

d		L	d	l	d		L	d	l			
A	B				A	B						
6	M6	40~60（增量 5），70	8	—	16	M16	80, 90, 100, 110	20	—			
		80~130（增量 10）		20			120~160（增量 10） 180, 200, 220		40			
8	M8	50~70（增量 5），80	10	—	20	M20	90, 100, 110, 120	24	—			
		90~150（增量 10）		25			130, 140, 150 180~260（增量 20）		45			
10	M10	60~80（增量 5），90	13	—	25	M25	100, 110, 120, 130	30	—			
		100~170（增量 10）		30			140, 150 180~280（增量 20）		50			
12	M12	70~90（增量 5），100	15	—								
		100~190（增量 10）		35								

附录 J3 顶杆（JB/T 7650.3—1994）

材料：45 钢，热处理硬度 43~48HRC。

技术条件：按 JB/T 7653—1994 的规定。

标记示例：

直径 $d=8\text{mm}$ ，长度 $L=40\text{mm}$ ，的顶杆，

顶杆：8×40 JB/T 7650.3

d		L （选用尺寸）
基本尺寸	极限偏差	
4	-0.070	15, 20, …, 30
6	-0.145	20, 25, …, 45
8	-0.080	25, 30, …, 60
10	-0.170	30, 35, …, 75
12	-0.150	35, 40, …, 100
16	-0.260	50, 55, …, 130
20	-0.160	60, 65, …, 130,
	-0.290	140, 150, 160
注：1. $L\leq 130$ 时，增量为 5。		
2. $d\leq 10\text{mm}$ 时，极限偏差为 c11。		
3. $d>10\text{mm}$ 时，极限偏差为 b11		



附录 K1 内六角圆柱螺钉螺钉（GB/T 70.1—2000）

<div><div></div><div></div></div> <div>标记示例： 螺纹规格 $d=M5$，公称长度 $L=20\text{mm}$，性能等级 8.8 级，表面氧化的 A 级内六角圆柱螺钉： GB/T70.1 M5×20</div>						
螺纹规格 d	M4	M5	M6	M8	M10	M12
b （参考）	20	22	24	28	32	36
d_k （max）	7	8.5	10	13	16	18
k （max）	4	5	6	8	10	12
s	3	4	5	6	8	10
e	3.44	4.58	5.72	7.78	9.15	11.43
商品规格长度 L	6~40	8~50	10~60	12~80	16~100	20~120
注：1. $d=M4\sim M12$ 范围内，商品规格长度 L 尺寸系列：6，8，10，12，20~70（增量为 5），80~120（增量为 10）； 2. 材料：35 钢，热处理硬度 28~38HRC						

附录 K2 销钉规格（GB/T 119.2—2000）

<div><div></div><div>标记示例： 公称直径 $d=6\text{mm}$，公差 m6，公称长度 $L=30\text{mm}$，材料为 A1 组奥氏体不锈钢，表面简单处理）的圆柱销： 销 GB/T119.1 6m6×30-A1</div></div>									
d (m6/h8, m6)	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12
$C\approx$	0.35	0.4	0.5	0.63	0.8	1.2	1.6	2	2.5
商品规格 l	6~20	6~24	8~30	8~40	10~50	12~60	14~80	18~95	22~140
注： $d=2\sim 12$ 范围内，商品规格 l 尺寸系列为：5，6~32（增量为 2），35~100（增量为 5），120，140。									

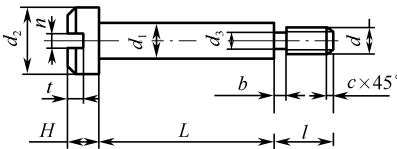
附录 K3 沉头螺钉（GB/T 68—2000）

(mm)

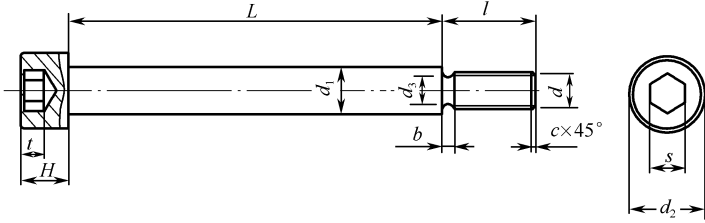
<div></div>					
螺纹规格	M4	M5	M6	M8	M10
P 螺距	0.7	0.8	1	1.25	1.5

a_{\max}	1.4	1.6	2	2.5	3
b_{\min}	38	38	38	38	38
d_k	8.40	9.30	11.30	15.80	18.30
k	2.7	2.7	3.3	4.65	5
n	1.51	1.51	1.91	2.31	2.81
t	1.3	1.4	1.6	2.3	2.6
l	6~40	8~50	8~60	10~80	12~80

附录 L1 圆柱头卸料螺钉（JB/T 7650.5—1994）（mm）

<div></div> <div>材料：45 钢，热处理硬度 35~40HRC。 技术条件：按 JB/T 3098.3—2000 的规定。 标记示例： 直径 $d=M10$，长度 $L=50mm$ 的圆柱头卸料螺钉； 圆柱头卸料螺钉：M10×50 JB/T7650.5</div>										
d	d_1	l	d_2	H	t	n	d_3	c	b	L （选用尺寸）
M3	4	5	7	3	1.4	1	2.2	0.6	1	20~35
M4	5	5.5	8.5	3.5	1.7	1.2	3	0.8	1.5	20~40
M5	6	6	10	4	2	1.5	4	1	1.5	25~50
M6	8	7	12.5	5	2.5	2	4.5	1.2	2	25~70
M8	10	8	15	6	3	2.5	6.2	1.5	2	30~80
M10	12	10	18	7	3.5	3	7.8	2	2	35~80
M12	16	14	24	9	3.5	3	9.5	2	3	40~100
注： L 系列数值：20，22，25，28，30，32，35，38，40，42，45，48，50，55，60，65，70，75，80，90，100。										

附录 L2 圆柱头内六角卸料螺钉（JB/T 7650.6—1994）（mm）

<div></div> <div>材料：45 钢，热处理硬度 35~40HRC。 技术条件：按 JB/T 3098.3—2000 的规定。 标记示例： 直径 $d=M10$，长度 $L=50mm$ 的圆柱头内六角卸料螺钉； 圆柱头内六角卸料螺钉：M10×50 JB/T 7650.5</div>										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

续表

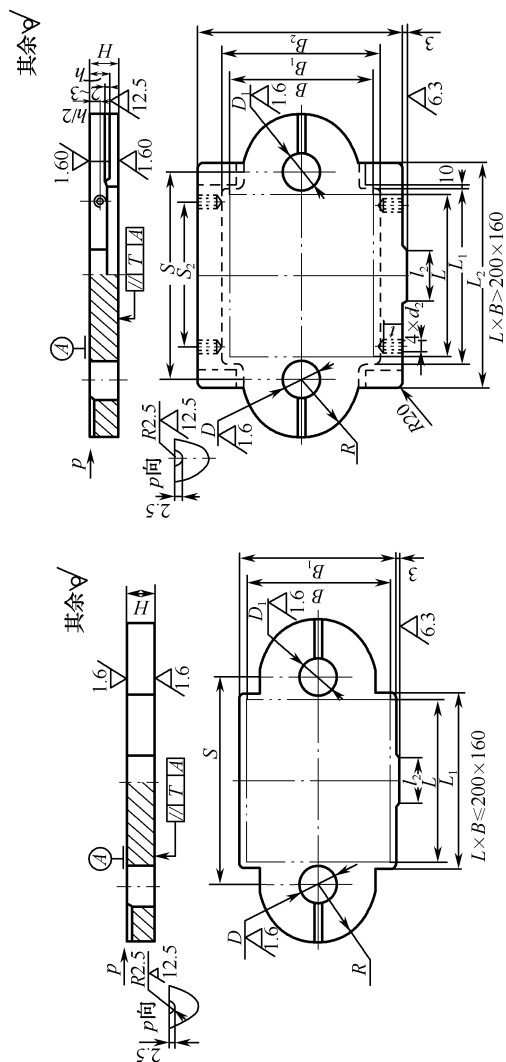
凹模 周界		H		h		L ₁	S	A ₁	A ₂	R	l ₁	上模座		下模座		d ₂	t	S ₂																								
												d (H7)		d (R7)																												
												基 本 尺 寸	极 限 偏 差	基 本 尺 寸	极 限 偏 差																											
L	B	上 模 座	下 模 座	上 模 座	下 模 座																																					
63	50	20, 25	25, 30	—	20	70	70	45	75	25	40	25	+0.021 0	16	-0.016 -0.034	—	—	—																								
63	63					25, 30	30, 40	70	70			50		85					28	28	20	-0.020 -0.041																				
80		90	94					65	110	32	60												32	22																		
100		110	116																						75	130	35	80	38	25												
80	80	30, 35	35, 40					25	130	38	80	38	22																													
100					110									116	85				150	38	80	38	25																			
125					130	130	42							100										42	32	-0.025 -0.050																
100	100				30, 35	35, 40																					30	210	210	110	195	45	80	45	35	M14 -6H	28	150				
125													170																										170	130	235	50
160		210	210					160	290	55	55	+0.030 0	40		200																											
200	260	250	35				45							325					305	410	390	280																				
125	30, 35	35, 45																					25	130	130	35													60			
160	125	35, 40			40, 50	30		170	170	38	80	38	25		+0.025 0																											
200			210				210							85					150	38	80	38	25																			
250			160				40, 45																	45, 55	35	170	170	210	210	110	195	42	100	42	28							
160	200	45, 50			50, 60	30		40	260	250	130	235	45																							80	45	32	-0.025 -0.050			
200																																								210	210	160
250			250	55, 65			30							40	260	250	130	235	45	80	45	32	-0.025 -0.050																			
315	250	50, 55			60, 70	35		45	325	305	410	390	280																													
250																								250	50, 55	60, 70	35	45	325	305	410	390	280									
315			250	50, 55			60, 70							35	45	325	305	410	390	280																						
400	250	50, 55			60, 70	35		45	325	305	410	390	280																													

注：1. 压板台的形状和平面尺寸由制造厂决定。

2. 安装B型导柱时，下模座d（R7）改为d（H7）



附录 M2 中间导柱模座



标记示例:

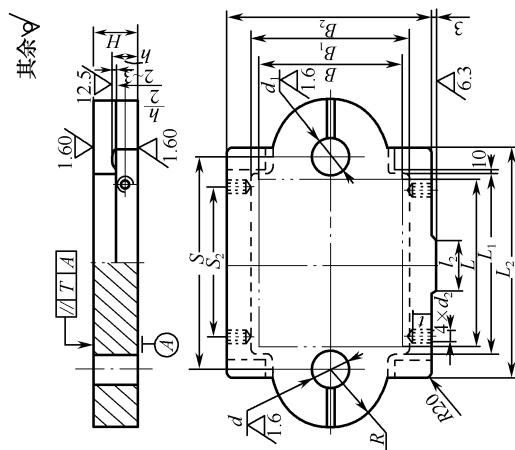
凹模周界 $D_0=200\text{mm}$, 厚度 $H=45\text{mm}$ 的中间导柱圆形上模座:

上模座: 160×45 GB/T 2855.11—1990。

材料: HT200 GB/T 9436—1988



续表



标记示例:

凹模周界 $L=250\text{mm}$ 、 $B=200\text{mm}$ ，厚度 $H=60\text{mm}$ 的对角导柱下模座:

下模座: 250×200×60 GB/T 2855.2—1990。

材料: HT200 GB/T 9436—1988



续表

凹模 周界		H		h		L ₁		B ₁		L ₂		B ₂		S		R		I ₂		上模座				下模座				d ₂		t		S ₂						
L	B	上 模 座	下 模 座	上 模 座	上 模 座	L ₁		B ₁		上 模 座	下 模 座	上 模 座	上 模 座	S		R		I ₂		基本 尺寸		极限偏 差		基本 尺寸		极限偏 差		d ₂		t		S ₂						
		—								—		—																										
63	50	20, 25	25, 30	20				60	70	125	130	100	110	100	120	28	+0.021	40	+0.016	16	-0.016	-0.016		18	-0.034	-0.034		—		—		—						
63	63									150	170	110		110		20																						
80										150	170	120		120		32		18																				
100										150	170	140		140		35		20																				
80	80	25, 30 30, 40				90	110	90	110	150	170	140	160	125	145	35	+0.0250	60	+0.020	20	-0.020	-0.020		22	-0.041	-0.041		—		—		—						
100						110		110		170	200	140		145		38		25																				
125						130		130		200	240	160		170		42		28																				
100	100			—				110		180	200	190		210	250	42	+0.0250	80	+0.0250	32	-0.020	-0.020		35	-0.044	-0.044		—		—		—						
125										200	240	190		210		45		38																				
160										240	280	190		250		45		42																				
200	125							130		280	300	190		280		45		45																				
125	30, 35	35, 45	130	200	240	190				210	45	45																										
160	35, 40	40, 50	170	240	280	190				250	45	45																										
125	125	30, 35	35, 45	—		130	170	130		200	240	190		210	250	45	+0.0250	80	+0.0250	32	-0.020	-0.020		35	-0.044	-0.044		—		—		—						
160		35, 40	40, 50			170				240	280	190		250		45		42																				
200		30, 35	35, 45			170				280	300	190		280		45		45																				
250		40, 45	45, 55			210				340	360	190		300		45		45																				

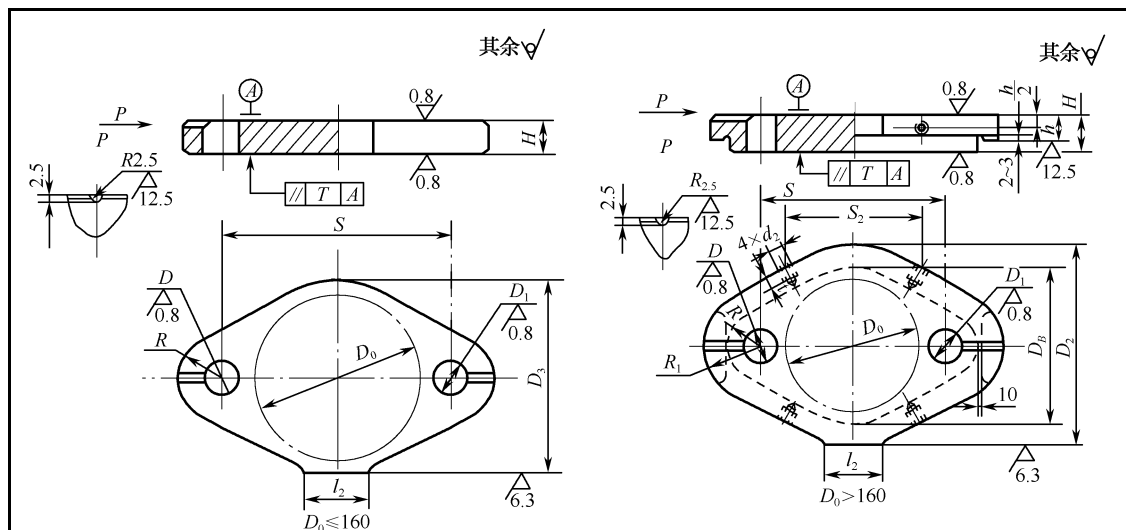
续表

凹模 周界		H		h		L ₁		B ₁		L ₂		B ₂		S		R		l ₂		上模座				下模座				d ₂		t		S ₂																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
L	B	上 模 座	下 模 座	上 模 座	上 模 座	40	30	45	35	32	-0.025	35	40	45	—	M14-6H	28	210	170	210	260	210	260	210	260	210	260	210	260	210	260	210	260																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
																																		上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座	上 模 座



附录 M3 表 1 中间导柱圆形模架上模座

(mm)



标记示例:

凹模周界: $D_0=200\text{mm}$, 厚度 $H=45\text{mm}$ 的中间导柱圆形上模座。

上模座: 160×45 GB/T 2855.11—1990。

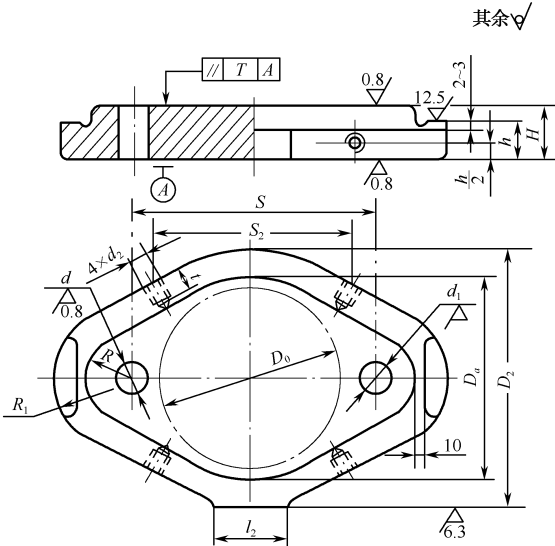
材料: HT200 GB/T 9436—1988

凹模 周界 D_0	H	h	D_α	D_2	S	R	R_1	l^2	D (H7)		D_1 (H7)		d_2	t	S_2
									基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差			
63	20	—	70	—	100	28	—	50	25	+0.021 0	28	+0.021 0	—	—	—
	25		70		125	35		60	32	—	35	+0.025 0			
80	25														
	30		110		170	45		42	50						
100	25	130		215			85			100	45		55		
	30		180		220										
125	30	200		280		260	50	85	100	45	+0.030 0	65	+0.030 0	M14-6H	28
160	40		250	340	315	55	95			100		50	+0.030 0	65	+0.030 0
200	45	315		425	390	65		115	100		60	+0.030 0		65	+0.030 0
250	50		35	425	390	65	115			100	60		+0.030 0	65	+0.030 0
315	55	35		425	390	65		115	100		60	+0.030 0		65	+0.030 0
315	55		35	425	390	65	115			100	60		+0.030 0	65	+0.030 0

续表

凹模 周界 D_0	H	h	D_α	D_2	S	R	R_1	l^2	D (H7)		D_1 (H7)		d_2	t	S_2
									基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差			
400	55	35	410	510	475	65	115	100	60	+0.030 0	65	+0.030 0	M20-6H	40	380
	60														
500	55	40	510	620	580	70	125		65		70				480
	65														
630	60		75	640	758	720	76		135	70	76	600			
	75														
注：压板台的形状和平面尺寸由制造厂决定															

附录 M3 表 2 中间导柱圆形模架下模座 (mm)



标记示例：
凹模周界： $D_0=200\text{mm}$ ，厚度 $H=60\text{mm}$ 的中间导柱圆形下模座。
上模座：200×60 GB/T 2855.12—1990。
材料：HT200 GB/T 9436—1988

凹模周界 D_0	H	h	D_a	D_2	S	R	R_1	l_2	D (H7)		D_1 (H7)		d_2	t	S_2
									基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差			
63	25		70	102	100	28	44	50	16	-0.016 -0.034	18	-0.016 -0.034			
	30														
80	30	20	90	136	125	35	58	60	20	-0.020 -0.041	22	$+0.020$ -0.041	—	—	—
	40														
100	30		110	160	145		60								
	40														
125	35	25	130	190	170	38	68	80	22		25				
	40														

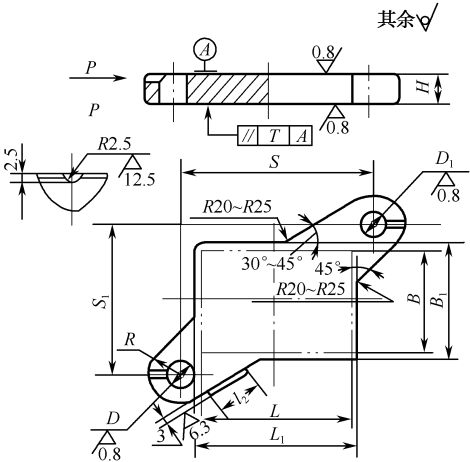


续表

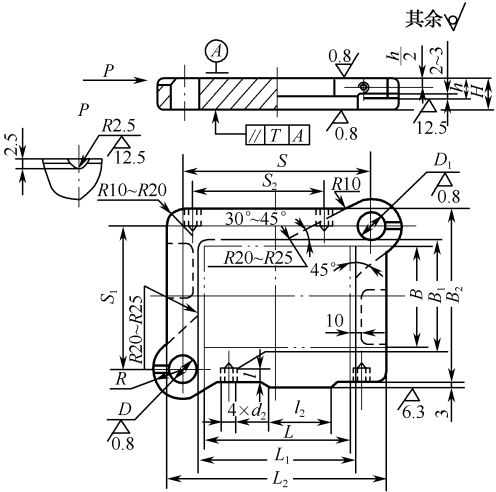
凹模周界 D_0	H	h	D_{α}	D_2	S	R	R_1	l_2	D (H7)		D_1 (H7)		d_2	t	S_2
									基本尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差			
160	45	35	170	240	215	45	80	80	28	+0.020 -0.041	32	-0.025 -0.050	—	—	—
	55														
200	50	40	210	280	260	50	85	100	32	-0.025 -0.050	32		M14-6H	28	220
	60														
250	55		260	340	315	55	95		35		50		M16-6H	32	280
65															
315	60	45	325	425	390	65	115		45		50		M20-6H	40	380
	70														
400	65		410	510	475	65	125		50		55		600		
	75														
500	65	510	620	580	70	125	55		-0.030 -0.060		76		-0.030 -0.060		
	80														
630	70	640	758	720	76	135	55		-0.030 -0.060	76	-0.030 -0.060				
	90														
注：压板台的形状和平面尺寸由制造厂决定															

附录 M4 表 3 对角导柱模架上模座

(mm)



$L \times 3 \leq 200 \times 100$



$L \times B > 200 \times 160$

标记示例：凹模周界 $L=200\text{mm}$ ， $B=160\text{mm}$ ，厚度 $H=45\text{mm}$ 的对角导柱上模座。上模座 $200 \times 160 \times 45$ GB/T 2855.1—1990，
材料：HT200 GB/T 9436—1988

凹模周界		H	h	L ₁	B ₁	L ₂	B ₂	S	S ₁	R	l ₂	D (H7)		D ₁ (H7)		d ₂	t	S ₂						
L	B											基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差									
63	50	20 25	—	70	60	—	—	100	85	28	40	25	+0.021 0	28	+0.021 0	—	—	—						
63	63	20 25		70	70				95															
80		25 30		90								120		105					32	23	32			
100		25 30		110					140															
80	80	25 30		130	90			—	—	125	125	35	60	32	+0.025 0				35	+0.025 0				
100		25 30		110							145										145	38	35	38
125		25 30		130							170													
100	100	25 30		110	110			—	—	145	170	42	80	35	+0.025 0				38	42				
125		30 35		130																	210	150	42	38
160		35 40		170							250													
200		35 40		210																				

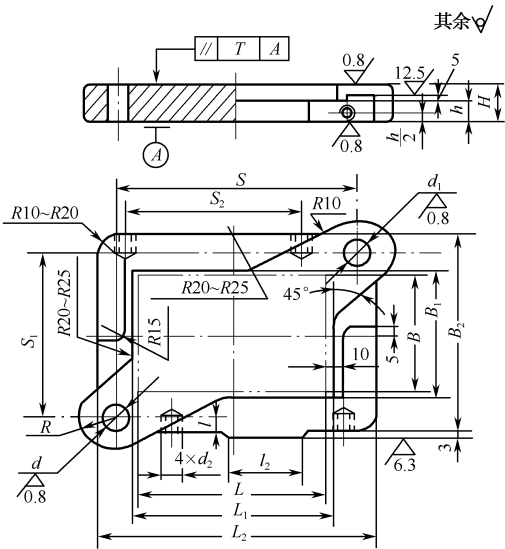


续表

凹模周界		H	h	L ₁	B ₁	L ₂	B ₂	S	S ₁	R	l ₂	D (H7)		D ₁ (H7)		d ₂	t	S ₂																				
L	B											基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差																							
125	125	30	—	130	130	—	—	170	175	38	60	35	+0.025 0	38	+0.025 0	—	—	—																				
		35		170				42		80	38	42																										
160		35												210																								
		40																																				
200		35		210				250	305	180	100	42		45					50																			
		40																																				
250		45		260				215	215	80																												
160	160	40	—	170	170	360	230	215	45	80	45	+0.025 0	45	+0.025 0	M14-6H	28	210																					
		45		210				260									310	220	100	42	50	50	280															
200		40																						320	260	50	80	45	50	210	180							
		45																														370	310	260	55	50	220	280
250		50																																				
200	200	45	30	210	210	370	270	260	50	80	45	+0.030 0	50	+0.030 0	M16-6H	32	210																					
		50		325				435									380	265	55	50	280																	
250		45																				260	380	315	315	60	55	290										
		50																											410	540	470	350						
315	315	45	35	325	260	445	330	385	320	60	55	+0.030 0	60	+0.030 0	M20-6H	40	210																					
		50		410				460									390	390	65	100	60	70	460															
400		55																						510	655	575	475	475	70	65	580							
		60																														410	560	475	480	460		
500	500	55	40	510	510	650	590	580	580	70	65	+0.030 0	70	+0.030 0	M20-6H	40	280																					
		60		640				780									710	480	580	460																		
630		55																			510	560	475	480	580	460												
		65																									510	510	650	590	580	580	460					

附录 M4 表 4 对角导柱模架下模座

(mm)



标记示例：
凹模周界 $L=250\text{mm}$ ， $B=200\text{mm}$ ，厚度 $H=60\text{mm}$ 的对角导柱下模座。

下模座 250×200×60 GB/T 2855.2—1990 材料 HT200 GB/T 9436—1988

凹模周界		H	h	L ₁	B ₁	L ₂	B ₂	S	S ₁	R	l ₂	D (H7)		D ₁ (H7)		d ₂	t	S ₂		
L	B											基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差					
63	50	25	20	70	60	125	100	100	85	28	40	16	-0.016	18	-0.034	—	—	—		
		30																		
63	63	25		70	70	130	110	100	95											
		30																		
80		40		90		150	120	105	32	18	-0.034	20	-0.020	-0.041						
	40			120	140															
100		30	110		170															
		40																		
80	80	30	20	130	90	150	140	125	35	60	20	-0.020	22	-0.041	25				28	
		40																		
100		30		110		170														
	40																			
125	30	130		200	170															
	40																			
100	100	30		110	110	180	160	145	145	38	80	25	-0.020	28						
		40																		
125		35		130		200	170													
		45																		
160		40	30	170	240	210	150	42	80	25	-0.020	28								
	50																			
200	45	210		280	250															
		50																		

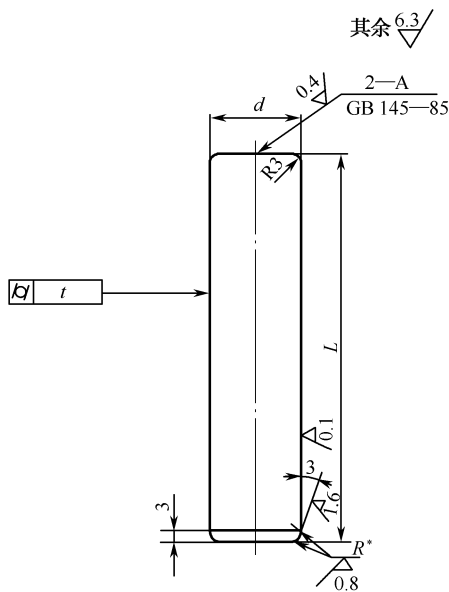


续表

凹模周界		H	h	L ₁	B ₁	L ₂	B ₂	S	S ₁	R	l ₂	D (H7)		D ₁ (H7)		d ₂	t	S ₂
L	B											基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差			
125	125	35	25	130	130	200	190	170	175	38	60	22	-0.020	25	-0.041	—	—	—
		45																
160		30	170	250		210		42		80	25	28						
														40				
200			210	290		250												
														50				
250	35	260	340	305	180	100	-0.041	32										
									55									
160		160	170	270		230		215	45	80	28	32						
													55					
200	210		170	310	230	255	100	32		35								
													50					
250	40	260	360	230	310	220			50		80	35						
													60					
200		200	210	320	260		50	80	32	35								
											60							
250	260		210	370	270	310		35			40							
												60						
315	45	325	435	380	265	55	35		40									
										65								
250		250	260	380				315		315	55	35	40					
														65				
315	410		325	260	445	330	385	60	40					-0.025	45			
																70		
400		410	540	470	320	60	40			-0.025	45							
												70						
315	315	325	460	390				65	100			45	50					
														70				
400		410	550	400	475	390	45			50								
											75							
500	400	510	655	575	475			475	55		-0.030	-0.060						
													65					
400		410	560	490		710	480			70			50	55	-0.030	-0.060		
																	75	
630	500	510	510	650	590	580		580	50		55	-0.030					-0.060	
																		80
500	500	510	510	650	590	580	580	50	55	-0.030	-0.060							
												80						

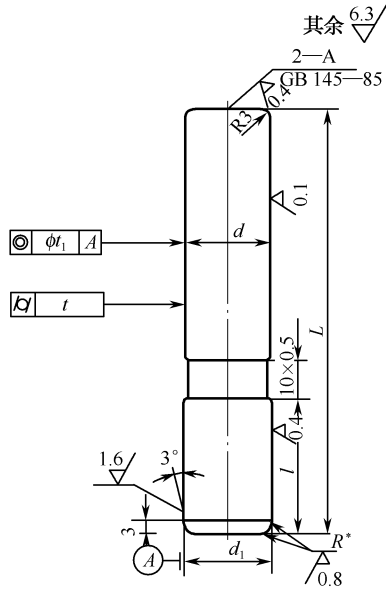
注：1. 上模座与下模座压板台的形状与尺寸由制造厂决定。
2. 下模座安装 B 型导套时，d (R7)、d₁ (R7) 改为 d (H7)、d₁ (H7)

附录 M5 导柱



R^* 由制造厂决定。

A型导柱 (GB/T 2861.1—1990)



R^* 由制造厂决定。

B型导柱 (GB/T 2861.2—1990)

基本尺寸 (d 、 d_{1B})	极限偏差			L	l_B	基本尺寸 (d 、 d_{1B})	极限偏差			L	l_B			
	d		d_{1B}				d		d_{1B}					
	h5	h6	r6				h5	h6	r5					
16	0 -0.008	0 -0.011	+0.034 +0.023	90, 100	25	35	0 -0.011	0 -0.016	+0.050 +0.034	160, 190	50			
				100, 110	30					180, 190, 210	55			
18				90, 100	25					190, 210	60			
				100, 110, 120	30					200, 230	65			
				110, 130	40					180, 210	55			
20		100, 120	30	190, 200, 210, 230	60									
		120	35	200, 230	65									
		110, 130	40	230, 260	70									
22	0 -0.009	0 -0.013	+0.041 +0.028	100, 120	30	45							200, 230	60
				110, 120, 130	35					200, 230, 260	65			
				110, 130	40					230, 260	70			
				130, 150	45					260, 290	75			
25	0 -0.011	0 -0.016	+0.050 +0.034		35	50							200, 230	60
				110, 130	40					220~270（增量 10）	65			
				130, 150	45					230, 260	70			
				150, 160, 180	50					260, 290	75			

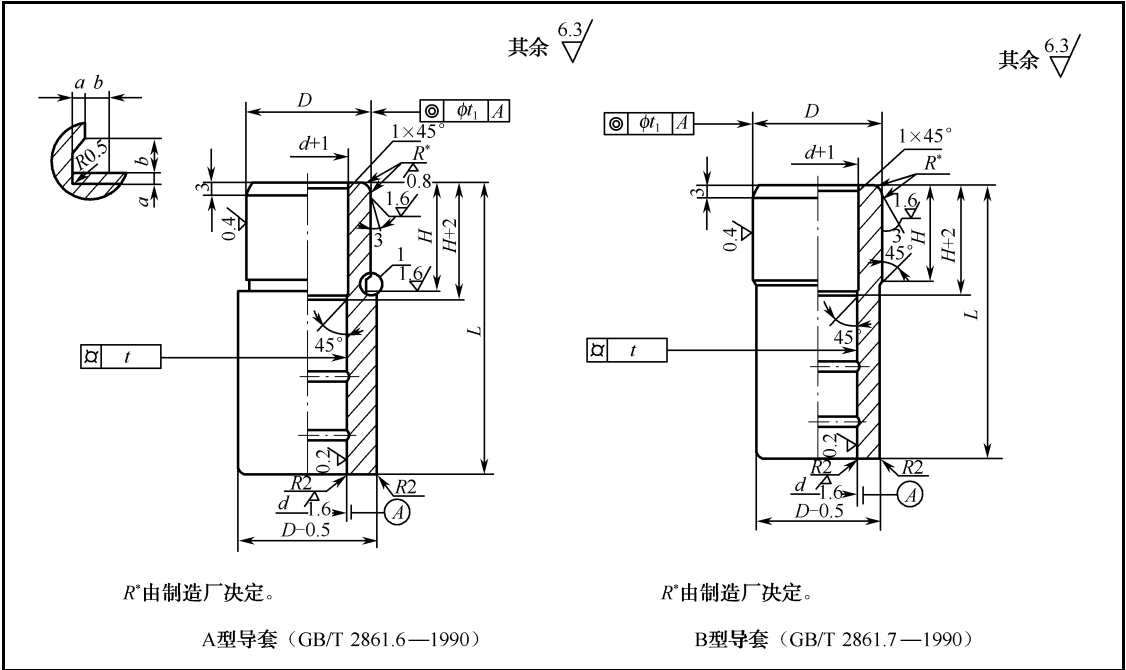


续表

28				130, 150	40	55	0	0	+0.060	250, 270, 280, 300	80
				150, 170	45					220, 240, 250, 270	65
				150, 160, 180	50					250, 280	70
				180, 200	55					250, 280	75
32				150, 170	45	60	-0.013	-0.019	+0.041	250, 270, 280, 300	80
				160, 190	50					290, 320	90
				180, 210	55					250, 280	70
				190, 210	60					290, 320	90

注：1. 表中字母 d_1 、 l 的下标 B 为编者所加，仅表示为 B 型导柱参数

附录 M6 导套



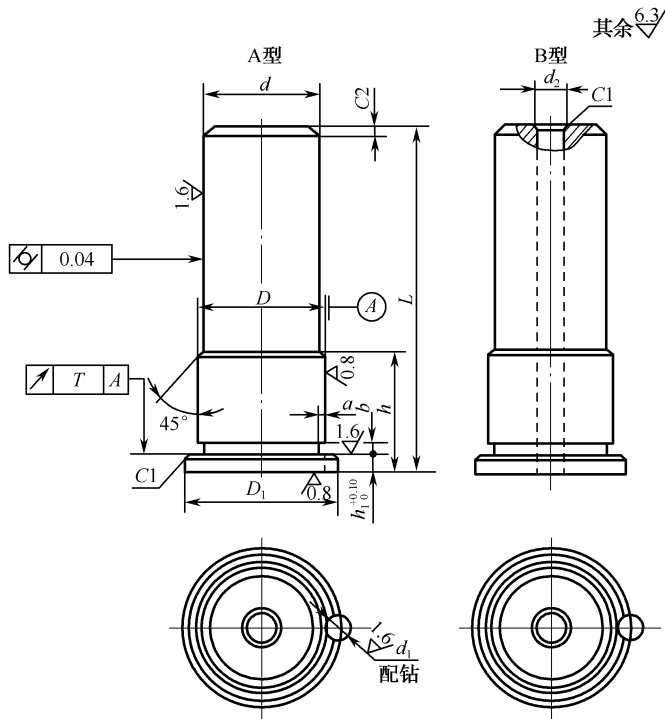
d			D (r6)		L		H		b_A	a_A
基本尺寸	极限偏差		基本尺寸	极限偏差						
	(H6)	(H7)			A 型	B 型	A 型	B 型		
16	+0.011	+0.018	25	+0.041	—	40	—	18	2	0.5
18			0		0	28	+0.028	60, 65		
					—	40, 45	—	18, 23		
					60, 65, 70		18, 23, 28			
20	+0.013	+0.021	32	+0.050	—	45, 50	—	23, 25	3	1
22			0		0	35	+0.034	65, 70		
					—	50, 55	—	25, 27		
						65, 70		23, 28		



续表

			—		80	28, 33	33	—	—
					85	33	38	—	—
25			38		—	55, 60	—	27, 30	—
					80	—	28	—	—
					80, 85	33	—	—	—
					90, 95	38	—	—	—
28			42		—	60, 65	30	—	—
					85	33	—	—	—
					90, 95, 100	38	—	—	—
					110	43	—	—	—
32			45		—	65, 70	—	30, 33	—
					100	38	—	—	—
					105, 110	43	—	—	—
					115	48	—	—	—
35	+0.016	+0.025	50	+0.060	—	70	—	33	—
	0	0		+0.041	105, 115	105	43	—	—
40			55		115, 125	48	—	—	—
45			60		115, 125, 140	43, 48, 53	—	—	—
					125, 140, 150	48, 53, 58	—	—	—
50			65		125, 140	48, 53	—	—	—
					150	53, 58	58	—	—
					160	63	—	—	—
55	+0.019	+0.030	70	+0.062	150	53	—	—	—
	0	0		+0.043	160	58, 63	63	—	—
					170	73	—	—	—
60			76		160, 170	58, 73	—	—	—
注：1. 同一行参数中标注相同个数的数字，其数值一一对应。									
2. 表头字母 b_A 等下标仅表示为 A 型导套参数									

附录 N1 压入式模柄 (JB/T7646.1—1994) (须增加)



材料: Q235—A · F。

技术条件:按 JB/T 7653—1994 的规定。

标记示例：

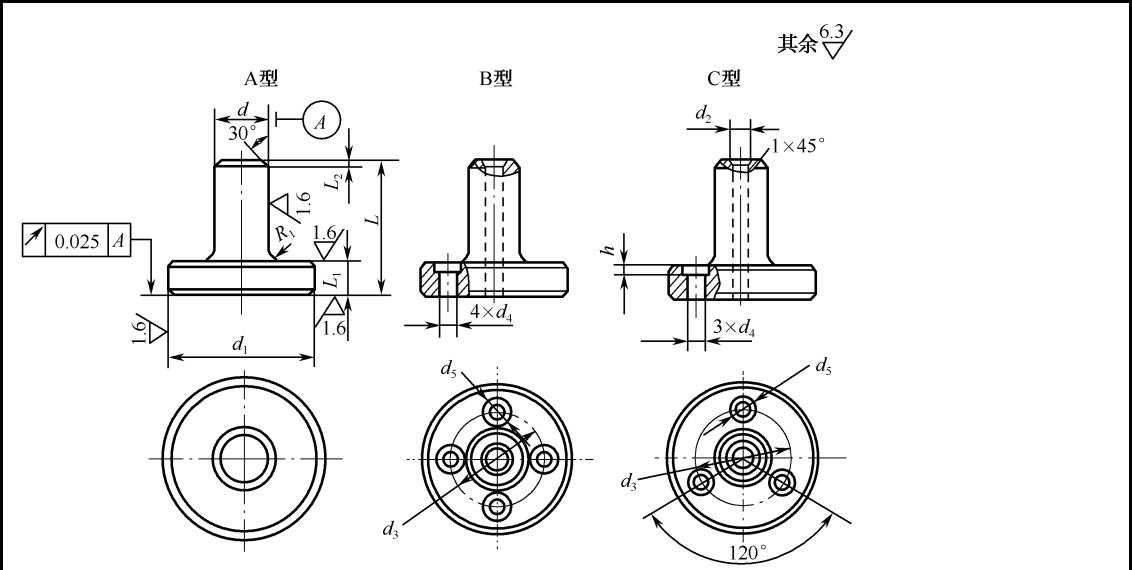
直径 $d=35\text{mm}$ 、高度 $L=80\text{mm}$ 的 A 型压入式模柄:

模柄 A 32×80 JB/T 7646.1

d (js10)		d_1 (m6)		d_2	L	L_1	L_2	L_3	d_3	d_4 (H7)	
基本尺寸	极限尺寸	基本尺寸	极限尺寸							基本尺寸	极限尺寸
20	±0.042	22	+0.021	29	60~70	L-40	4	2	7	6	+0.012 0
25		26	+0.008	33	65~80	L-45		2.5			
30	±0.050	32	+0.025 +0.009	39	80~95	L-55	5	3	11		
32		34		42							
40		42		50	100~120	L-70	6	4			
50		52	+0.003	61	105~130	L-70	8	5			
60	±0.060	62	+0.011	71	115~145	L-75					

注: L 系列数值: 60, 65, ..., 145 (增量 5)

附录 N2 凸缘模柄 (JB/T7646.3—1994)



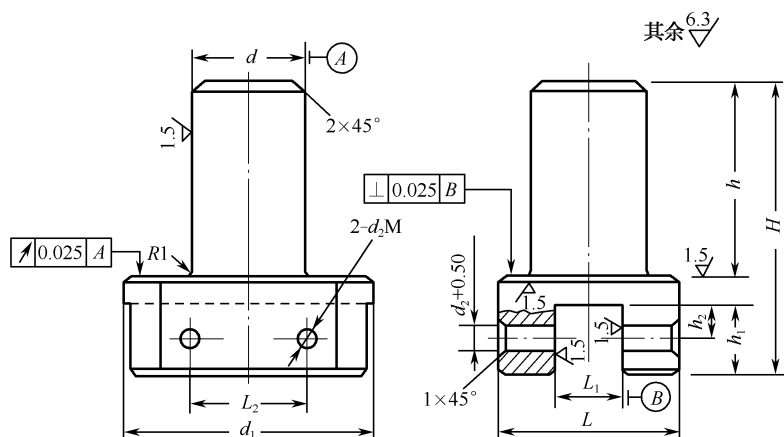
材料: Q235—A • F。
技术条件: 按 JB/T 7653—1994 的规定。
标记示例:

直径 $d=40\text{mm}$ 的 A 型凸缘模柄:
模柄 A40×80 JB/T 7646.3

d (js10)		d_1	L	L_1	L_2	d_2	d_3	d_4	d_5	h
基本尺寸	极限尺寸									
20	±0.042	67	58	18	2	11	44	9	15	9
25		82	63		2.5		55			
32	±0.050	97	79	23	3		65			
40		122	91		4		81			
50		132			5	15	91	11	18	11
60	±0.060	142	96				101	13	22	13
70		152	100				110			



附录 N3 槽形模柄 (JB/T7646.4—94)



材料: Q235—A·F。

技术条件: 按 JB/T 7653—1994 的规定。

标记示例:

直径 $d=25\text{mm}$ 的槽形模柄:

模柄 25 JB/T 7646.4

d (js10)		d_1	d_2 (h7)		H	h	h_1	h_2	L	L_1		L_2
基本尺寸	极限尺寸		基本尺寸	极限尺寸						基本尺寸	极限尺寸	
20	± 0.042	45	6	$+0.012$ 0	70	48	14	7	30	10	$+0.015$ 0	20
25		55			75		16	8	40	15	$+0.018$ 0	25
32	± 0.050	70	8	$+0.015$ 0	85	60	20	10	50	20	$+0.021$ 0	30
40		90	10		100		22	11	60	25		35
50		110			115		25	12	70	30		45
60	± 0.060	120				130	70	30	15	80	35	$+0.025$ 0

参考文献

- [1] 许发樾. 冲压模具设计应用实例 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [2] 许发樾. 模具标准应用手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [3] 许发樾. 实用模具设计与制造手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [4] 戴刚. 模具制造综合技能训练 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [5] 刘建超, 张宝忠. 冲压模具设计与制造 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [6] 杨占尧. 冲压模具典型结构图例 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [7] 薛启翔. 新编冲压工计算手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [8] 薛启翔. 冲压模具设计和加工计算速查手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [9] 周玲. 冲压模具设计实例详解 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [10] 二代龙震工作室. 冲压模具设计基础 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [11] 贾崇田, 李名望. 冲压工艺与模具设计 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
- [12] 史铁梁. 冷冲模设计指导 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [13] 欧阳波仪. 现代冷冲模设计基础实例 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [14] 曾霞文. 模具设计 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2006.
- [15] 张铮. 模具设计与制造实训指导 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.
- [16] 高鸿庭. 模具制造工 (中级) [M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2004.
- [17] 张重华. 模具设计师 (冷冲模) [M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2008.
- [18] 谢建. 模具概论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [19] 深圳市华隆胜模具配件制品厂产品目录.
- [20] 东莞鸿业五金制品有限公司产品目录.
- [21] 成都航空职业技术学院冲压模具设计精品课程网站, <http://www.cavtc.net/jpkc>.
- [22] 广东工业大学冲压模具设计精品课程网站, <http://www.151.com>.
- [23] 关明. 冲压模具工程师专业技能入门与精通 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.